

Interdisziplinäre Indikationsstellungen
zur c-w-Doppler-Sonographie
der extrakraniellen Hirnarterien

Dr. Achim Sander

Disbui. München

1987





Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. N. Zöllner

Interdisziplinäre Indikationsstellungen zur
c-w-Doppler-Sonographie der extrakraniellen
Hirnarterien

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Dr. Achim Sander

aus

Bamberg

Jahr

1987

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Priv.Doz. Dr. F. Spengel

Mitberichterstatter: Prof. Dr. N. Zöllner

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. W.G. Zoller

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 27.10.1987

Meinen Eltern
in Dankbarkeit

Inhaltsverzeichnis

Seite

A:	Allgemeine Ausführungen zur Doppler-Sonographie	1
I:	Der Doppler-Effekt und seine Anwendung in der Medizin	1
II:	Hämodynamische Grundlagen	3
	1. Physikalische Gesetze	3
	2. Stromoulskurven und Faktoren ihrer Beeinflussung	4
	a) Lumeneinengung	4
	b) Hämodynamische Relevanz einer Stenose	5
	c) Peripherer Widerstand	6
III:	Zusammensetzung der Befunde und anatomische Besonderheiten	7
IV:	Diagnostischer Stellenwert und Grenzen der Methode	8
B:	Krankengut und Untersuchungstechnik	10
C:	Material und Methode der Auswertung	11

D:	Auswertung und Ergebnisse	20
I:	Auswertung nach dem Gesamtkollektiv	20
1.	Geschlechtsverteilung	20
2.	Altersverteilung	20
3.	Unterteilung nach geschlechtsspezifischen Altersgruppe	23
II:	Pathologische Befunde im Gesamtkollektiv	25
1.	Unterteilung nach dem Geschlecht	25
2.	Unterteilung nach Altersklassen	25
3.	Unterteilung nach geschlechtsspezifischen Altersgruppen	28
III:	Pathologische Beschallungsbefunde an den einzelnen hirnversorgenden Arterien	32
1.	Auswertung nach dem Gesamtkollektiv	32
a)	Unterteilung nach dem Geschlecht	39
b)	Unterteilung nach Altersklassen	42
2.	An den Endästen der Arteria ophthalmica indirekt ermittelte Befunde der ipsilateralen Art.carotis interna	42
IV:	Risikofaktoren und Grundkrankheiten	46

E:	Auswertung nach Fragestellungen	51
I:	Verteilung der Fragestellungen im Gesamtkollektiv	51
II:	Pathologische Befunde bei den einzelnen Fragestellungen	62
	1. Unterteilung nach Altersklassen	70
	2. Unterteilung nach dem Geschlecht	78
III:	Pathologische Befunde bei solitären Fragestellungen	83
IV:	Trefferquoten an den zum klinischen Bild korrespondierenden Gefäßen	97
F:	Zusammenfassung der Ergebnisse und Diskussion	112
G:	Zusammenfassung	121
H:	Literaturangaben	123

A: Allgemeine Ausführungen zur Doppler-Sonographie

I: Der Doppler-Effekt und seine Anwendung in der Medizin

Im Jahre 1842 hatte der Prager Mathematiker Doppler in seinen Beobachtungen "Über das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels" mitgeteilt, daß es durch Relativbewegung zwischen einer Lichtquelle und einem Beobachter zu einer Änderung der Wellenlänge des Lichtes kommt (Doppler, 1842).

Die Anwendung des Doppler-Effektes in der Medizin beruht darauf, daß Ultraschallwellen von strömenden korpuskelhaltigen Flüssigkeiten mit einer Frequenzänderung reflektiert werden.

Diese Frequenzverschiebung wird durch folgende Gleichung errechnet (Büdingen, von Reutern, Freund, 1982):

$$\Delta f = \frac{2v f_0 \cos \alpha}{c}$$

v = Blutströmungsgeschwindigkeit (cm/sec).

f_0 = Mittelwert der Sendefrequenz (Hz).

α = Winkel zwischen Schallachse und Blutströmungsrichtung.

c = Schallgeschwindigkeit im Gewebe (cm/sec).

Δf = Dopplerverschiebung in Hz.

Oder vereinfacht (67):

$$\Delta f \approx v \cdot \cos \alpha$$

Die Frequenzverschiebung wird im Dopplergerät mit der ausgesandten Schallfrequenz verglichen. Sie liegt zufälligerweise im hörbaren Bereich.

Aufgrund des parabolischen Geschwindigkeitsprofils bei laminarer Strömung wird nicht eine Frequenz empfangen, sondern ein ganzes Spektrum. Das Dopplergerät ermittelt aus diesem Spektrum eine Frequenz, die bei lami-



narer Strömung etwa der mittleren Blutströmungsgeschwindigkeit entspricht (Büdingen, von Reutern, Freund, 1982).

Die Doppler-Sonographie stellt demnach ein semiquantitatives Meßverfahren der Blutströmungsgeschwindigkeit dar. Da die Herzaktion pulsatile Änderungen der Strömungsgeschwindigkeit bewirkt, entsteht eine Strompulscurve, die vom Gerät optisch auf einem Papierstreifen oder auf einem Leuchtschirm dargestellt wird.

Die heute verwendeten, als (bi-) direktional bezeichneten Geräte erlauben zweitens auch eine Bestimmung der Strömungsrichtung. Bewegung der Erythrozyten auf die Schallsonde zu und Bewegung von der Schallsonde weg werden als entgegengesetzte Ausschläge der Strompulscurve angezeigt oder mit zwei Kanalschreibern auf getrennten Kanälen aufgezeichnet.

Bei den kontinuierlichen (continuous-wave- oder - cw -) Verfahren, auf das sich sämtliche weiteren Ausführungen beziehen, wird im Unterschied zu den gepulsten Doppler-Verfahren von einem Sendeelement im Schallkopf kontinuierlich Ultraschall gesendet und von einem integrierten Empfänger-element die Frequenzverschiebung fortlaufend gemessen.

II: Hämodynamische Grundlagen

1. Physikalische Gesetze:

Nach dem aus der Physiologie bekannten Gesetz von Hagen-Poiseuille haben geringe Radiusänderungen der Blutgefäße große Widerstandsänderungen zur Folge. Die Autoregulation des Gehirns vermag durch die über die Änderungen des Gefäßradius vermittelten Änderungen des peripheren Widerstands die Druckverluste zu kompensieren, die postkardial auftreten. Durch diesen entscheidenden Mechanismus wird die konstante Perfusion des Gehirns auch bei absinkendem Druckgefälle gewährleistet.

Die Doppler-sonographisch interessante Größe der Blutströmungsgeschwindigkeit verhält sich bei Änderungen des Gefäßquerschnitts umgekehrt proportional zum Gefäßquerschnitt (Kontinuitätsgesetz von Bernouilli).

Im Bereich einer Gefäßstenose ist die Blutströmungsgeschwindigkeit folglich erhöht.

Die beiden genannten Gesetze erlauben allerdings nur eine grobe Beurteilung der Hämodynamik des Blutes, weil

a)

die pulsatilen Änderungen unberücksichtigt bleiben,

b)

das Gefäßsystem aus elastischen statt starren Röhren besteht, die parallel geschaltet sind,

c)

das Blut keine konstante Viskosität aufweist und schließlich

d)

die Strömung unter bestimmten Umständen auch turbulent sein kann, und dann der Druckverlust überproportional ansteigt (Schmidt und Thews, 1985).

Eine turbulente Strömung tritt auf, sobald die Reynolds-Zahl überschritten wird.

$$(\text{Reynolds-Zahl}) \text{ Re} = \frac{2 \cdot r v}{\eta}$$

r = Gefäßradius,

v = Blutströmungsgeschwindigkeit,

η = Viscosität des Blutes (Schmidt und Thews, 1985).

Da die Änderungen des Gefäßradius verhältnismäßig gering sind, bleiben als im wesentlichen bestimmende Faktoren die Blutströmungsgeschwindigkeit und die Viscosität des Blutes. Turbulenzen treten also sowohl über Gefäßeinengungen als auch bei Muskulararbeit und Anämie auf, bedeuten zusätzlichen Druckverlust und für das Herz eine erhebliche Mehrarbeit.

Bei Werten der Reynolds-Zahl von 2000 bis 2400 kommt es in allen Teilen des strömenden Blutes zu Turbulenzen. Hierbei bewegen sich die Blutzellen nicht mehr wie bei laminarer Strömung in der Mitte des Gefäßes im Axialstrom, sondern auch quer und retrograd zur Gefäßachse (Büdingen, von Reuters, Freund, 1982; Widder, 1985). Die gemischte Bewegungsrichtung der Erythrozyten sowie der Energieverlust durch die Turbulenzen verändert die Dopplerpulskurven, worauf kurz eingegangen werden soll.

2: Strompulscurven und Faktoren ihrer Beeinflussung

a) Lumeneinengung

Im unmittelbaren Stenosebereich kommt es zunächst zu einer Strömungsbeschleunigung, wobei systolische und diastolische Werte in etwa gleichem Verhältnis ansteigen. Nach Überschreiten der Reynolds-Zahl fällt der systolische Wert ab, da es zur Mischung der Blutströmungsgeschwindigkeit durch quer und retrograd sich bewegendes Erythrozyten kommt. Mit zunehmender Stenosierung wird dieser Anteil so

hoch, daß es zu einem Umschlag der systolischen Spitzen kommt (sogenannte systolische Senke). Bei hochgradigen, subtotalen Stenosen schließlich resultiert eine Abnahme der gesamten Strömungsgeschwindigkeit bis auf leichte Schwankungen um den Nullpunkt. Der pulsatile Charakter der Strömung ist dann fast völlig aufgehoben. Bei einem Verschuß schließlich ist überhaupt keine Strömung mehr feststellbar (Widder, 1985; Büdingen, von Reutern, Freund, 1982).

b) Hämodynamische Relevanz einer Stenose

"Eine Stenose ist dann als hämodynamisch relevant zu definieren, wenn die Durchblutungsmenge im Vergleich zum nicht stenosierten Gefäß aufgrund der Stenose abfällt" (Widder, 1985). Die poststenotische Flußminderung ist wegen der cerebralen Autoregulation erst ab einer Einengung des Gefäßquerschnitts um ca. 80 % ("kritischer Bereich" nach Flanigan et al 1977) meßbar.

Doppler-sonographisch ist nach dem Kontinuitätsgesetz von Bernouilli eine Flußminderung durch verminderte Strömungsgeschwindigkeit zu erfassen.

Ob eine Stenose nun hämodynamisch relevant wird oder nicht, hängt von mehreren Faktoren ab: (Carter, 1986).

- von der Länge und vom Gefäßdurchmesser des stenosierten Segments;
- der Beschaffenheit der Gefäßwand;
- vom Grad und der Form der Stenose (abrupt, graduell);
- von der Rate des stenosierten Querschnitts zum nicht-stenosierten Querschnitt;
- der Strömungsgeschwindigkeit selbst;
- dem arteriovenösen Druckgradienten;
- von einer eventuell nachgeschalteten weiteren Stenose;
- vor allem aber vom peripheren Widerstand distal der

- Stenose;

c) Peripherer Widerstand

Erhöhungen des peripheren Widerstands führen zu einer Abnahme der diastolischen Strömungsgeschwindigkeit. Umgekehrt kommt es bei Erniedrigung des peripheren Widerstands zu einem Anstieg der diastolischen Strömungsgeschwindigkeit. Gefäße mit hohem peripheren Widerstand, wie die Arteria carotis externa, weisen deshalb eine niedrige diastolische Strömungsgeschwindigkeit auf. Gefäße mit niedrigem peripheren Widerstand, wie die Arteria carotis interna, besitzen dagegen eine hohe diastolische Strömungsgeschwindigkeit. Entsprechend unterschiedlich sind auch die systolischen Amplitudenmodulationen. Am Verhältnis von maximaler systolischer zu enddiastolischer Strömungsgeschwindigkeit kann deshalb der periphere Widerstand annäherungsweise bestimmt werden. Die erhöhte enddiastolische Strömungsgeschwindigkeit sowie die verminderte systolische Amplitudenmodulation kann deshalb Hinweise auf distal gelegene Verschlüsse oder hochgradige Stenosen geben. :

III: Zusammensetzung der Befunde und anatomische Besonderheiten

Die Doppler-sonographische Diagnose berücksichtigt die direkten Befunde, die im Bereich der Gefäßstörung abgeleitet werden, und die indirekten Befunde, die Fernwirkungen der Gefäßstörung anzeigen. So kann die besprochene Erhöhung des peripheren Widerstands eine hochgradige Stenose oder einen Verschuß des Gefäßes anzeigen. Andere wichtige Fernwirkungen manifestieren sich an Gefäßen, die Anastomosen mit anderen Gefäßabschnitten oder anderen hirnversorgenden Arterien ausbilden. Sie äußern sich entweder in einer Reduzierung der Durchflußgröße oder in einer Umkehr der Durchblutungsrichtung. Als wichtigste Kollateralsysteme seien genannt:

1. Anastomosen zwischen der Arteria carotis interna und der Arteria carotis externa über die Endäste der Arteria ophthalmica im fronto-orbitalen Bereich.
2. Anastomose zwischen der Arteria carotis externa und der Arteria vertebralis über die Arteria occipitalis.
3. Der Circulus arteriosus Willisii, der aber nur in 25% vollständig ausgebildet ist (Büdingen, von Reutern, Freund, 1982).
4. Anzapfung des Hirnkreislaufs über die Arteria vertebralis bei proximaler Subclaviastenose.

IV. Diagnostischer Stellenwert und Grenzen der Doppler-sonographischen Untersuchungsmethode der extrakraniellen Hirnarterien

Mit Hilfe der continuous-wave-Doppler-Sonographie, die wir bei unseren Patienten verwendeten, können Stenosen der extrakraniellen Hirnarterien ab 50% - Lumeneinengung mit ca. 95%iger Sicherheit erfaßt werden (2, 5, 11, 12, 19, 26).

Bei Stenosen unter 50% - Lumeneinengung ist die Zuverlässigkeit der Beurteilung allerdings stark eingeschränkt (ibid.). Bei der Beurteilung der Arteria vertebralis tritt in 30% der Fälle eine Verwechslung von Verschlüssen mit sehr hochgradigen Hypoplasien auf. Klinisch ist aber diese Fehlerquelle kaum von Belang, da die als verschlossenen fehldiagnostizierten Arterien kaum noch Transportkapazität besitzen (Ringelstein et al., 1984).

Embolieträchtige, irregulär - raue oder ulcerierte Plaques entgehen ebenfalls dem Nachweis (22, 25, 43).

Mit einer Sensitivität von etwa 90 - 95% kann zwischen Stenose und Verschuß differenziert werden. Der Stenosegrad läßt sich beurteilen und die Lokalisation der Obstruktion kann bestimmt werden. Daneben können die wichtigsten Kollateralkreisläufe überprüft und es können Hinweise auf die Funktionstüchtigkeit des Circulus arteriosus Willisii erhalten werden (Büdingen et al., 1982). Ein entscheidender Vorteil gegenüber der Angiographie ist, daß die systematische Untersuchung aller vier hirnversorgenden Halsarterien bei jedem Patienten möglich ist. Die entsprechende Viergefäßangiographie bedarf einer sehr engen Indikationsstellung.

Eine ableitende Beurteilung der intrakraniellen Gefäßsituation ist nur in sehr beschränktem Umfang möglich. Schwere lokale oder allgemeine Gefäßstörungen werden nur dann erkannt, wenn sie auch zu einer Erniedrigung oder Erhöhung des cerebralen Strömungswiderstandes führen (Büdingen et

al. 1982). Nach einer neueren Untersuchung von Biedert et al. (1986) können mit der c-w-Doppler-Sonographie auch intrakranielle Stenosen der Arteria carotis interna im Bereich des Carotissiphons, die proximal oder distal des Abgangs der Arteria ophthalmica liegen und die mindestens eine 60%-ige Einengung des Lumendiameters aufweisen, zuverlässig erkannt werden.

Als nicht-invasive Untersuchung besitzt die Doppler-Sonographie den Vorteil, daß ihre biologische Wirksamkeit als völlig inert bezeichnet werden kann (Wegner und Meyerburg 1983). Nachteil der Doppler-Sonographie ist die Subjektivität des Untersuchers, mit dessen Erfahrung und Kenntnissen hämodynamischer Zusammenhänge der Wert der Untersuchung steigt und fällt. Die durch den kompetenten Untersucher bedingte Fehlerquote liegt bei 1,3% (11, 14, 32, 73).

Die Häufigkeit und Lokalisation arteriosklerotischer Veränderungen an den Hirnarterien bei Patienten mit cerebro-vasculärer Insuffizienz ist mehrfach untersucht worden. Bei 1/3 der Fälle wurden isolierte Stenosen und Verschlüsse an der Carotisbifurkation gefunden, 1/3 der Stenosen und Verschlüsse lag intrakraniell, das restliche Drittel verteilte sich auf die Aortenbogenabgänge (Widder 1985). Knapp 2/3 der Stenosen und Verschlüsse lagen also extrakraniell, wo sie doppler-sonographisch erfaßt werden können. Dies hatte zusammen mit dem Vorteil der Gefahrlosigkeit der Methode eine Ausweitung der Indikationsstellungen zur Doppler-Sonographie zur Folge und hat der Methode auch Patienten aus anderen Fachbereichen als dem der Neurologie zugeführt. In der vorliegenden retrospektiven Studie soll die Wertigkeit dieser Untersuchungen am eigenen Krankengut untersucht werden.

B: Krankengut und Untersuchungstechnik

Die vorliegende retrospektive Studie umfaßt das Krankengut der Angiologischen Ambulanz der Medizinischen Poliklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München aus den Jahren 1984, 1985 und des ersten Vierteljahres 1986.

Das Krankengut charakterisiert die Angiologische Ambulanz als eine Spezial-Ambulanz, in der folgende Patienten zur Untersuchung gelangten:

1. Patienten aus den Spezialambulanzen Rheumatologie, Stoffwechselkrankheiten und Angiologie im Hause.
2. Patienten aus Zuweisungen der HNO-Klinik, Augenklinik und der Chirurgischen Klinik und des neurologischen Konsiliardienstes unseres Hauses

Die Untersuchungstechnik und ihre Ergebnisse beziehen sich auf das direktionale, c-w-Doppler-Verfahren. Verwendet wurde das Gerät: Direktionaler Doppler 762 der Firma Kranzbühler. Die Untersuchungen wurden durchgeführt von drei erfahrenen Untersuchern mit ausreichender Erfahrung und ausreichenden Kenntnissen der Doppler-Sonographie der extrakraniellen Hirnarterien.

Untersucht wurden direkt und indirekt jeweils alle hirnversorgenden Arterien nach Auskultation der Aortenklappe, der Halsgefäße sowie der Arteria subclavia in typischer Weise. Begonnen wurde mit der indirekten Untersuchung der Arteria carotis interna im Bereich der Arteria supratrochlearis. Die weitere Untersuchung folgte dem üblichen Untersuchungsgang. Die einzelnen Gefäße wurden zunächst an Hand ihrer Strompuls-kurven und durch Kompressionstest identifiziert und ihr Verlauf - soweit möglich - kontinuierlich mit der Schallsonde verfolgt.

C: Material und Methode der Auswertung

Zur Auswertung des Krankenguts wurde ein Bogen erstellt, den Abbildung 1 zeigt.

Die Patienten erhielten fortlaufend eine Nummer und wurden weiter nach Alter und Geschlecht identifiziert. Soweit aus den Unterlagen eine Grundkrankheit oder ein Risikofaktor für Gefäßerkrankungen eigens vermerkt worden war, wurde dies unter I als vorhanden eingetragen. Die Kästchen mit je 3 Spalten unter Punkt II enthalten verschlüsselt sämtliche, maximal sechs Fragestellungen oder klinische Befunde des Patienten, die in unseren Überweisungsvordrucken zur "Doppler-Sonographie der hirnversorgenden Arterien" als Indikation angegeben worden waren. Der Schlüssel, der in die Auswertung eingegangenen Fragestellungen ist aus der Liste zu II zu ersehen.

Bestand lediglich der Verdacht auf eine bestimmte Diagnose, so wurde die Nummer der verschlüsselten sicheren Diagnose eingetragen und in die erste Spalte eine 1 davorgesetzt. Bei sicheren Diagnosen blieb diese Spalte leer.

Aus Punkt III des Bogens ist ersichtlich, ob die Doppler-sonographische Untersuchung der hirnversorgenden Arterien des Patienten einen pathologischen Befund erbrachte, und wenn ja, welchen? Hierbei folgt die Eintragung des Doppler-sonographischen Befundes der Anordnung, daß die Eintragung 1 in der Spalte: 'Genereller Normalbefund' keine Eintragungen in den Spalten der nach links- und rechtsseitig unterschiedenen Arterien impliziert. Umgekehrt gilt, daß ein fehlender genereller Normalbefund einen pathologischen Befund oder die nicht mögliche Bewertung irgendeiner der beschallten Arterien einschließt. Die differenzierten pathologischen Befunde der einzelnen hirnversorgenden Arterien sind in entsprechenden Codices verschlüsselt und im Bei-

blatt zu III aufgelistet. Sie gaben den gültigen Maßstab der Beurteilung für alle drei Untersucher im oben genannten Zeitraum ab.

Abb.1 Auswertungsbogen

1		2		3		(1) : männl. (2) : weibl.
	Pat.-Nr.		Alter		Geschlecht	

I) Grundkrankheiten und Risikofaktoren

(vorhanden = 1)

- | | | |
|----------------------------------|----|----------------------|
| - familiäre Hypercholesterinämie | 4 | <input type="text"/> |
| - Hyperlipidämien | 5 | <input type="text"/> |
| - Diabetes mellitus | 6 | <input type="text"/> |
| - Adipositas | 7 | <input type="text"/> |
| - Gicht | 8 | <input type="text"/> |
| - AVK (I-IV) | 9 | <input type="text"/> |
| - Endangiitis obliterans | 10 | <input type="text"/> |
| - Nikotinabusus | 11 | <input type="text"/> |
| - Hypertonie | 12 | <input type="text"/> |
| - Thrombozytose, Thrombozytämie | 13 | <input type="text"/> |
| - Herzinsuffizienz | 14 | <input type="text"/> |
| - Kollagenosen | 15 | <input type="text"/> |
| - Arteriitis temporalis | 16 | <input type="text"/> |

II) Fragestellungen und Befunde (klinisch)

17		18		19		20		21		22	
----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---

1. Stelle = 1 wenn "Verdacht auf"
= 2 wenn "sichere Diagnose"

2.-3. Stelle : Schlüssel (siehe Liste)

Fortsetzung Abb.1 Auswertungsbogen

III) Doppler-Sonographische Befunde an den hirnversorgenden Arterien

Genereller Normalbefund (ja = 1) 23 ☐
(nein = 0)

- Arteria ophthalmica	(AO-Codex)	li.	24	☐	25	☐	re.
- Arteria carotis interna	(ACI-Codex)		26	☐	27	☐	
- Arteria carotis externa	(ACE-Codex)		28	☐	29	☐	
- Arteria carotis comm.	(ACC-Codex)		30	☐	31	☐	
- Arteria subclavia	(AS-Codex)		32	☐	33	☐	
- Arteria vertebralis	(AV-Codex)		34	☐	35	☐	

(1-stelliger Schlüssel, siehe Beiblatt)

(generell gilt: 0 für Normalbefund,
1 für "keine Bewertung möglich")

Liste zu II (Ausgewertetes Indikationsspektrum)

- 01 Strömungsgeräusch über den Carotiden rechts
- 02 Strömungsgeräusch über den Carotiden links
- 09 Bekannte Carotisstenose rechts (alio loco gestellte Diagnose; durch DSA oder konventionelle Angiographie gesicherte Diagnose; anamnestisch bekannte Stenose)
- 10 Bekannte Carotisstenose links (alio loco gestellte Diagnose; durch DSA oder konventionelle Angiographie gesicherte Diagnose; anamnestisch bekannte Stenose)
- 11 Bekannte Stenose der ACI rechts (alio loco gestellte Diagnose; durch DSA oder konventionelle Angiographie gesicherte Diagnose; anamnestisch bekannte Stenose)
- 12 Bekannte Stenose der ACI links (alio loco gestellte Diagnose; durch DSA oder konventionelle Angiographie gesicherte Diagnose; anamnestisch bekannte Stenose)
- 13 Bekannte Stenose der ACE rechts (alio loco gestellte Diagnose; durch DSA oder konventionelle Angiographie gesicherte Diagnose; anamnestisch bekannte Stenose)
- 14 Bekannte Stenose der ACE links (alio loco gestellte Diagnose; durch DSA oder konventionelle Angiographie gesicherte Diagnose; anamnestisch bekannte Stenose)
- 15 Kontrolle nach Carotis-Bypass-OP rechts, TEA rechts oder Desobliteration rechts
- 16 Kontrolle nach Carotis-Bypass-OP links, TEA links oder Desobliteration links
- 117 Präoperatives Screening (Zustand vor Biopsie temporal bei Morbus Horton, Zustand vor Carotis-OP)
- 118 Screening bei Vorliegen einer oder mehrerer Grundkrankheiten
- 20 Strömungsgeräusch über der Arteria subclavia rechts
- 21 Strömungsgeräusch über der Arteria subclavia links
- 26 Vertigo bei Kopfdrehung
- 28 Subclaviastenose rechts
- 29 Subclaviastenose links

- 132 V.a. vertebro-basiläre Insuffizienz
- 33 Synkope
- 36 TIA mit rechtsseitiger Symptomatik
- 37 TIA mit linksseitiger Symptomatik
- 40 Apoplex mit rechtsseitiger Symptomatik
- 41 Apoplex mit linksseitiger Symptomatik
- 142 V.a. Arteriitis temporalis
- 43 Rezidivierende TIA
- 44 Polymyalgia rheumatica
- 45 Z.n. TIA
- 47 Cephalgien
- 55 Z.n. Apoplex
- 58 Vertigo
- 59 Hörsturz rechts
- 60 Hörsturz links
- 61 M. Menière
- 62 Sehstörungen
- 63 Amaurosis fugax rechts
- 64 Tinnitus
- 70 Visusverschlechterung oder Visusverlust rechtes Auge
- 71 Visusverschlechterung oder Visusverlust linkes Auge
- 72 Zentralarterienverschluß rechtes Auge
- 73 Zentralarterienverschluß linkes Auge
- 74 Zentralvenenthrombose rechtes Auge
- 75 Zentralvenenthrombose linkes Auge
- 76 Papillenödem rechts
- 77 Papillenödem links
- 84 Amaurosis fugax links

Beiblatt zu III des Auswertungsbogen

1. Art. ophthalmica (AO-Codex) b = Normalbefund
1 = keine Bewertung möglich
2 = reduzierter orthograder Fluß
im Vergleich zur Gegenseite
3 = Flußzunahme um > 50% bei Kom-
pression der ACE
4 = Nullfluß
5 = retrograder Fluß
2. Art. carotis int. (ACI-Codex) b = Normalbefund
1 = keine Bewertung möglich
2 = endangiopathische Verände-
rungen oder Turbulenzen
3 = geringgradige Stenose
(bis 40%)
4 = mittelgradige Stenose
(40% - 70%)
5 = hochgradige Stenose
(70% - 95%)
6 = filiforme Stenose (99%)
7 = Verschuß
3. Art. carotis ext. (ACE-Codex) b = Normalbefund
1 = keine Bewertung möglich
2 = endangiopathische Verän-
derungen, Turbulenzen
3 = geringgradige Stenose
(bis 40%)
4 = mittelgradige Stenose
(40% - 70%)
5 = hochgradige Stenose
(70% - 95%)
6 = filiforme Stenose (99%)
7 = Verschuß
4. Art. carotis comm. (ACC-Codex) b = Normalbefund

- 1 = keine Bewertung möglich
 - 2 = Turbulenzen
 - 3 = geringgradige Stenose
(bis 40%)
 - 4 = mittelgradige Stenose
(40% - 70%)
 - 5 = hochgradige Stenose
(70% - 95%)
5. Art.subclavia (AS-Codex)
- b = Normalbefund
 - 1 = keine Bewertung möglich
 - 2 = hämodynamisch nicht
wirksame Stenose
 - 3 = hämodynamisch wirksame
Stenose
 - 4 = Verschuß
6. Art.vertebralis (AV-Codex)
- b = Normalbefund
 - 1 = keine Bewertung möglich
 - 2 = Stenose
 - 3 = Stealphänomen der Art.
subclavia
 - 4 = Verdacht auf Hypo- bzw.
A-plasie

Unsere Auswertung erfaßt erstens nur Patienten, die aufgrund eines bestimmten klinischen Befundes unter einer bestimmten Fragestellung zur Doppler-Sonographie überwiesen wurden. Somit fehlt ein asymptomatisches Kontrollkollektiv, das statistische Aussagen über die Prävalenz der Doppler-sonographischen Untersuchungsbefunde der hirnversorgenden Arterien zuließe. Die vorliegende Studie hat deshalb nur einen rein retrospektiven Charakter.

Die Zuordnung von pathologischem Untersuchungsbefund und klinischem Befund bzw. der einzelnen Fragestellung wird zweitens durch den Umstand kompliziert, daß mehrere Fragestellungen bei ein und demselben Patienten die Indikation zur Dopplersonographie abgeben. Es werden deshalb die Anzahl pathologischer Befunde bestimmter Fragestellungen bei Multimorbidität und bei solitärer Manifestation untersucht und beide Ergebnisse miteinander verglichen.

Drittens soll bei ausgesuchten Fragestellungen die Korrespondenz von pathologischem Beschallungsbefund und Fragestellung untersucht werden, und es soll ermittelt werden, inwieweit die Doppler-sonographischen Befunde der extrakraniellen Hirnarterien mit dem nach dem klinischen Bild betroffenen arteriellen Versorgungsgebiet korrelieren.

Alle Zahlenangaben wurden bis auf zwei Stellen hinter dem Komma errechnet und sind bis auf eine Stelle hinter dem Komma angegeben. Eine Fünf 2 Stellen hinter dem Komma wurde in allen Fällen aufgerundet.

D: Auswertung und Ergebnisse

I. Auswertung nach dem Gesamtkollektiv

Mittels des Fragebogens wurden insgesamt 2000 Fälle der Jahre 1984, 1985 und des ersten Vierteljahres 1986 ausgewertet. Davon waren 1995 gültige Fälle ($n=1995$), die in die weitere Auswertung kamen.

1. Geschlechtsverteilung:

Von diesen 1995 gültigen Fällen waren 1036 (51,9%) Männer und 923 (46,3%) Frauen. 36 Patienten (1,8%) waren ohne Geschlechtsangabe überwiesen worden (siehe Abb.2).

2. Altersverteilung:

Der jüngste Patient war 7 Jahre alt, der älteste 99 Jahre alt. Der Mittelwert betrug 61,1 Jahre, die Standardabweichung betrug 14,6 Jahre.

Zur weiteren Auswertung wurden die Patienten in drei Altersklassen eingeteilt (Abb.3). Die Altersklasse I (1-35 Jahre) war mit 117 Patienten die mit Abstand kleinste Altersklasse (5,8%). Der Mittelwert betrug 27,5 Jahre, die Standardabweichung 6,0 Jahre. Am stärksten vertreten war die dritte Altersklasse der Patienten mit 55 - 99 Jahren, die mit 1316 Fällen allein knapp zwei Drittel des Gesamtkollektivs ausmachte (66,0%). Der Mittelwert betrug in dieser Gruppe 68,8 Jahre, die Standardabweichung 8,3 Jahre. Zahlenmäßig in der Mitte bewegte sich die zweite Gruppe der 36 - 54-jährigen Patienten, die mit 444 Patienten zu knapp einem Viertel (22,3%) im Gesamtkollektiv vertreten waren. 118 Fälle (5,9%) hatten keine Altersangabe.

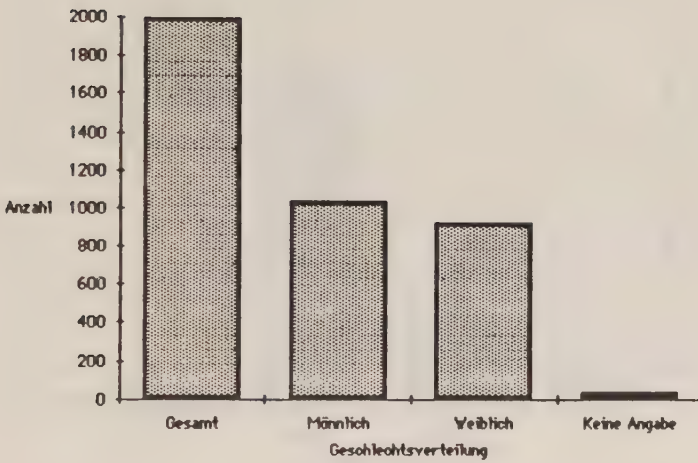


Abb.2: Geschlechtsverteilung im Gesamtkollektiv
(n= 1995 Patienten)

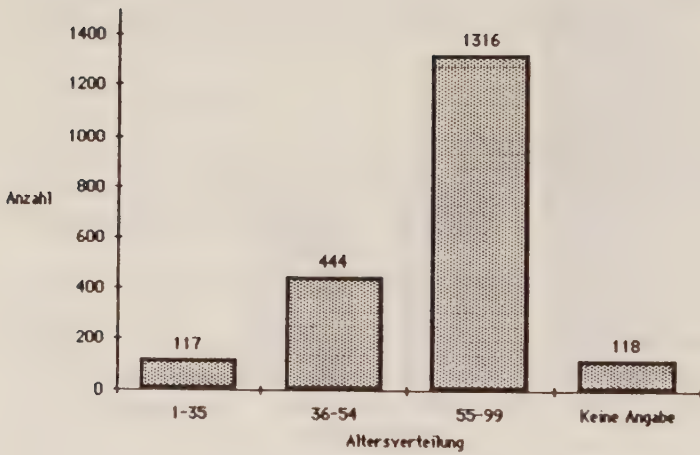


Abb.3: Altersverteilung im Gesamtkollektiv
(n = 1995 Patienten)

3. Unterteilung nach geschlechtsspezifischen Altersgruppen
(Abb.4):

In der Altersgruppe I waren männliche und weibliche Patienten mit je 58 Fällen gleichmäßig verteilt. Bezogen auf das Gesamtkollektiv von n=1995 Fällen entspricht dies jeweils 2,9%. Ein Patient dieser Altersgruppe war ohne Geschlechtsangabe. In der Altersgruppe II (36 - 54 Jahre) fielen 259 Patienten, knapp 3/5 der Fälle dieser Gruppe (58,3%) auf das männliche Geschlecht, 182 Patienten, also knapp 2/5 der Fälle (41,0%) auf das weibliche Geschlecht. Drei Patienten dieser Gruppe waren ohne Geschlechtsangabe. Bezogen auf das Gesamtkollektiv waren demnach 13,0% aller Patienten zwischen 36 - 54 Jahren und männlich, 9,1% zwischen 36 - 54 Jahren und weiblich; 0,2% hatten keine Geschlechtsangabe.

In der anteilsmäßig größten Altersgruppe III (55 - 99 Jahre) war die Geschlechtsverteilung wieder nahezu gleichmässig. 665 Patienten, das sind 50,5% der Patienten dieser Gruppe waren männlich, 640 Patienten (48,6%) waren weiblich. Die restlichen 11 Fälle (0,8%) waren ohne Geschlechtsangabe. Bezogen auf das Gesamtkollektiv waren somit ein Drittel aller Patienten zwischen 55 - 99 Jahre alt und männlich und ebenfalls knapp ein Drittel aller Patienten waren Frauen im Alter von 55 bis 99 Jahre. Die Fälle ohne Geschlechtsangabe im Alter zwischen 55 - 99 Jahre machten 0,6 % vom Gesamtkollektiv aus.

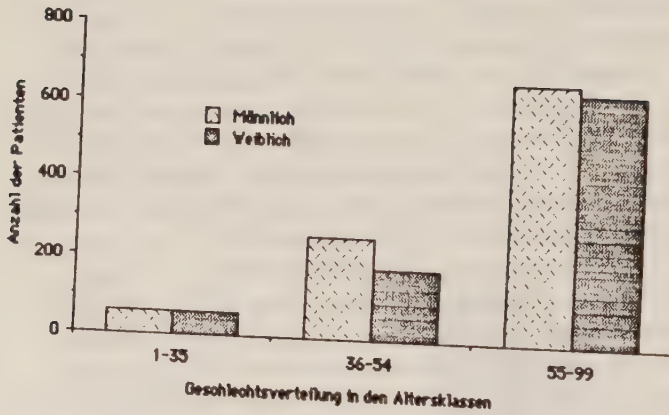


Abb. 4: Verteilung der geschlechtsspezifischen Altersgruppen im Gesamtkollektiv (ohne Darstellung der 133 Patienten mit fehlender Alters- oder Geschlechtsangabe)

II. Pathologische Befunde im Gesamtkollektiv

Es wurden alle Fälle erfaßt, die an einer oder mehreren untersuchten Arterien pathologische Befunde aufwiesen. Bei 720 (36,1%) der insgesamt 1995 gültigen Fälle war ein pathologischer Beschallungsbefund feststellbar (Abb. 5).

1. Unterteilung nach dem Geschlecht:

400 Fälle mit pathologischem Befund, das sind 20 % aller Fälle waren männlich; der prozentuale Anteil der Patienten mit pathologischem Befund betrug bei den Männern 38,6%. 305 Fälle mit pathologischem Befund, das sind 15,3% aller Fälle waren weiblich; hier war der prozentuale Anteil am geschlechtsspezifischen Kollektiv mit 33,1% etwas geringer. Von den 36 Patienten ohne Geschlechtsangabe hatten 15 (41,7%) einen pathologischen Beschallungsbefund. Bezogen auf das Gesamtkollektiv ergibt sich ein Prozentsatz von 0,8%.

Der prozentuale Anteil der Fälle mit pathologischem Befund war somit bei den Männern um 5,5% höher.

2. Unterteilung nach Altersklassen:

Die Zahl der Patienten mit pathologischem Beschallungsbefund in den einzelnen Altersklassen gibt Abb. 6 wieder. Unter den Patienten der Altersklasse I waren lediglich 6 Patienten (0,3% vom Gesamtkollektiv) mit einem pathologischen Befund, während die Untersuchung in der Altersklasse II bei 73 Patienten (3,7% vom Gesamtkollektiv) einen solchen Befund erbrachte. In der Gruppe der 55 - 99 Jährigen war die Zahl der Fälle mit 597 (29,9% vom Gesamtkollektiv) weitaus am höchsten. Die restlichen 44 Fälle (2,2% vom Gesamtkollektiv) waren Patienten ohne Altersangabe.

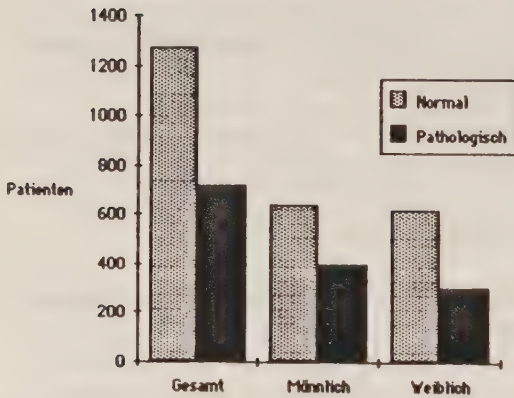


Abb. 5: Anzahl der Patienten mit pathologischem Befund im Gesamtkollektiv und in den beiden Geschlechtsgruppen (die 36 Fälle ohne Geschlechtsangabe sind nicht dargestellt).

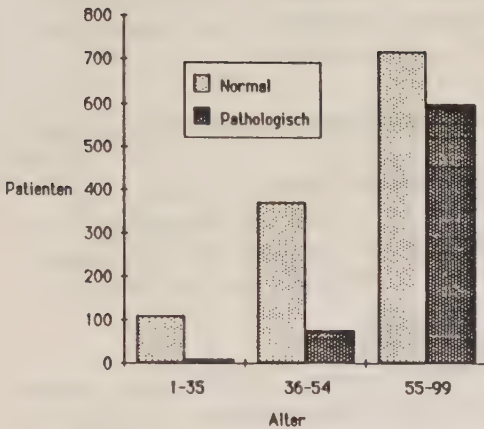


Abb. 6: Anzahl der Patienten mit pathologischem Beschallungsbefund in den einzelnen Altersklassen (ohne Darstellung der 118 Patienten mit fehlender Altersangabe)..

Aus der Abb.6 ist auch der prozentuale Anteil pathologischer Beschallungsbefunde in den einzelnen Altersklassen ersichtlich. Er beträgt in Klasse I 5,1%, in Klasse II 16,5% und in Klasse III 45,4%. Der Anteil pathologischer Befunde bei Patienten ohne Altersangabe entsprach mit 37,3% etwa dem altersunabhängigen Mittelwert (36,1%).

Betrachtet man die Verteilung der Fälle mit pathologischem Befund auf die einzelnen Altersklassen (Abb.7), so entfallen allein 82,9% auf die Klasse der 56 - 99-Jährigen. In der Altersklasse II waren 10,1% der Fälle mit pathologischem Befund zu finden, in der Klasse I lediglich 0,8% aller pathologischen Befunde. Die restlichen Fälle (6,1%) betrafen die Patienten ohne Altersangabe.

3. Unterteilung nach geschlechtsspezifischen Altersgruppen

In der Klasse der 1 - 35 Jährigen fanden sich bei den Männern vier Patienten, bei den Frauen zwei Patienten mit pathologischem Beschallungsbefund. Bezogen auf das Gesamtkollektiv sind das 0,2% bei den Männern und 0,1% bei den Frauen.

In der Altersklasse II stieg die Anzahl der Fälle mit pathologischem Befund auf 51 bei den Männern und auf 21 Fälle bei den Frauen, was einem Prozentsatz von 1,1% bzw. 2,6% bezogen auf das Gesamtkollektiv entspricht.

Von den 665 männlichen Patienten der Altersklasse III wiesen 321 einen pathologischen Befund auf (16,9%); die Anzahl pathologischer Fälle bei den 640 weiblichen Patienten betrug 269 (13,5%).

In der Abb.8 ist die Anzahl der Patienten in den geschlechtsspezifischen Altersklassen gleich 100% gesetzt. Es ergibt

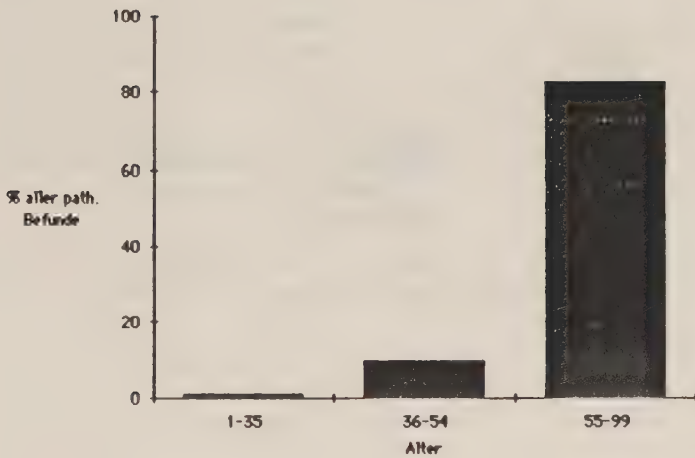


Abb. 7: Prozentuale Verteilung der Fälle mit pathologischem Befund auf die einzelnen Altersklassen (118 Fälle ohne Altersangabe sind nicht berücksichtigt).

sich für die Männer eine prozentuale Häufigkeit pathologischer Befunde von 6,9% in der Altersklasse I, von 19,7% in der Altersklasse II und von 48,3% in der Altersklasse III. Die vergleichbaren Ergebnisse für die entsprechenden weiblichen Altersklassen waren 3,4% in Klasse I, 11,5% in Klasse II und 42,0% in Klasse III.

Somit tritt in allen drei Altersklassen der bereits in Punkt II. 1. besprochene leicht erhöhte Anteil pathologischer Beschallungsbefunde beim männlichen Geschlecht hervor.

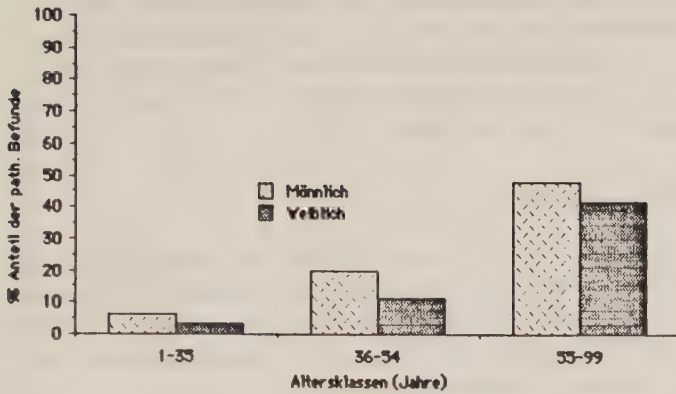


Abb. 8: Prozentualer Anteil der Fälle mit pathologischem Befund in den geschlechtsspezifischen Altersgruppen.

III. Pathologische Beschallungsbefunde an den einzelnen hirnversorgenden Arterien

1. Auswertung nach dem Gesamtkollektiv

Bei allen 1995 Patienten wurden sämtliche 6 hirnversorgenden Gefäße beidseits untersucht. Die pathologischen Beschallungsbefunde sind nach Maßgabe des jeweiligen Arteriencodex (siehe C) seitengetreunt in Absolut- und Prozentualwerten in Tabelle 1 - 6 wiedergegeben. Zusätzlich wurde der seitenunabhängige Mittelwert bestimmt.

Art. ophthalmica: (AO)

Bei durchschnittlich 0,3 % der links- und rechtsbeschallten Art.ophthalmicae war keine Bewertung möglich. Der Mittelwert der links- und rechtsseitig ermittelten pathologischen Befunde betrug 7,5 %. Die pathologischen Befunde waren annähernd seitengleich verteilt (Tabelle 1).

Art. carotis interna: (ACI)

Durchschnittlich 1,0% aller beschallten Gefäße waren Doppler-sonographisch nicht beurteilbar. Bei 15,9% der insgesamt 3990 beschallten Arterien ließ sich ein pathologischer Doppler-sonographischer Befund feststellen. Die Befunde waren seitengleich verteilt. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 2.

Art. carotis externa: (ACE)

Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 aufgeführt. Die mittelgradigen Stenosen kamen rechts bevorzugt vor (23,0% mehr als links). Von den 3990 beschallten Gefäßen waren 0,6% nicht zu beurteilen. Durchschnittlich 15,1% der beschallten Externa-Gefäße wiesen einen pathologischen Untersuchungsbefund auf.

Tab.1 Pathologische Beschallungsbefunde an der Art.ophthalmica (AO)

	Links		Rechts		Mittelwert (li.-re.) in %
	n=1995	100%	n=1995	100%	
Art.ophthalmica					100%
Reduzierter orthogr.Fluß	56	2,8%	71	3,6%	3,2
Flußzunahme > 50% bei Kompression	27	1,4%	20	1,0%	1,2%
Nullfluß	26	1,3%	34	1,7%	1,5%
Retrograder Fluß	35	1,8%	28	1,4%	1,6%
Summe der pathologischen Beschallungsbefunde	144	7,3%	153	7,7%	7,5%

Tab. 2 Pathologische Beschallungsbefunde an der Art. carotis int. (ACI)

	Links		Rechts		Mittelwert (li.-re.) in %
	n=1995	100%	n=1995	100%	
Art.carotis int.					100%
Endangiopathische Veränderungen/Turbulenzen	96	4,8%	101	5,1%	5,0%
Geringgradige Stenose	42	2,1%	39	1,9%	2,0%
Mittelgradige Stenose	60	3,0%	66	3,3%	3,1%
Hochgradige Stenose	51	2,6%	56	2,8%	2,7%
Filiforme Stenose	12	0,6%	13	0,7%	0,7%
Verschuß	53	2,7%	42	2,1%	2,4%
Summe der pathologischen Beschallungsbefunde	314	15,8	317	16,0%	15,9%

Tab. 3 Pathologische Beschallungsbefunde an der Art. carotis ext. (ACE)

	Links		Rechts		Mittelwert (li.-re.) in %
	n=1995	100%	n=1995	100%	
Art.carotis ext.					100%
Endangiopathische Veränderungen/Turbulenzen	80	4,0%	80	4,0%	4,0%
Geringgradige Stenose	72	3,6%	77	3,9%	3,7%
Mittelgradige Stenose	87	4,4%	107	5,4%	4,9%
Hochgradige Stenose	35	1,8%	42	2,1%	2,0%
Filiforme Stenose	3	0,2%	5	0,3%	0,3%
Verschuß	3	0,2%	4	0,2%	0,2%
Summe der pathologischen Beschallungsbefunde	280	14,2%	315	15,9%	15,1%

Art. carotis communis: (ACC)

0,5% der Carotis-Stämme waren Doppler-sonographisch nicht beurteilbar. Die pathologischen Befunde waren annähernd gleichmäßig auf beide Seiten verteilt. Eine Ausnahme stellen die geringgradigen Stenosen dar, die rechts häufiger auftraten. Durchschnittlich 3,7 % aller Carotis communis-Stämme hatten pathologische Strompulscurven. Die einzelnen Ergebnisse sind aus Tabelle 4 ersichtlich.

Art. subclavia: (AS)

Pathologische Befunde waren an der linken Arteria subclavia weitaus häufiger zu finden als rechts. Der direkte Abgang der linken Arteria subclavia aus dem Aortenbogen begünstigt arteriosklerotische Veränderungen im Bereich der proximalen Arteria subclavia. Unsere Ergebnisse gehen tendentiell konform mit den aus der Literatur bekannten Beobachtungen (Hass et al., 1968), wonach Stenosen und Verschlüsse bevorzugt die linke Arteria subclavia betreffen.

In unserem Patientengut waren hämodynamisch nicht wirksame Stenosen sowie Verschlüsse links dreimal häufiger als rechts, hämodynamisch wirksame Stenosen links sogar mehr als siebenmal häufiger als rechts. Insgesamt wiesen 2,2% der linken Aa. subclaviae einen pathologischen Befund auf, im Unterschied zu den rechten Aa. subclaviae mit insgesamt 0,6% pathologischen Befunden. Bei durchschnittlich 0,4% der untersuchten Subclavia-Arterien war eine Beurteilung nicht möglich. Eine Aufstellung der Befunde gibt Tabelle 5.

Tab.4 Pathologische Beschallungsbefunde an der Art. carotis comm. (ACC)

	Links	Rechts	Mittelwert (ll.-re.) in %
Art.carotis comm.	n=1995 100%	n=1995 100%	100%
Turbulenzen	56 2,8	64 3,2%	3,0%
Geringgradige Stenose	1 0,1%	6 0,3%	0,2%
Mittelgradige Stenose	7 0,4	4 0,2%	0,3%
Hochgradige Stenose	3 0,2%	1 0,1%	0,2%
Summe der pathologischen Beschallungsbefunde	67 3,5%	75 3,8%	3,7%

Tab.5 Pathologische Beschallungsbefunde an der Art.subclavia (AS)

	Links		Rechts		Mittelwert (li.-re.) in %
	n=1995	100%	n=1995	100%	
Art. subclavia					100%
Hämodynamisch nicht wirksame Stenose	9	0,5%	3	0,2%	0,3%
Hämodynamisch wirksame Stenose	22	1,1%	3	0,2%	0,7%
Verschluß	12	0,6%	4	0,2%	0,4%
Summe der pathologischen Befunde	43	2,2%	10	0,6%	1,4%

Art. vertebralis: (AV)

An den Aa. vertebrales finden sich analoge pathologische Befunde. So war die Anzahl der Arterien mit Steal-Phänomen der Arteria subclavia links fünfmal häufiger als rechts. Durchschnittlich 0,4% der Vertebralarterien waren nicht beurteilbar (Tabelle 6).

Die Verteilung der insgesamt diagnostizierten Stenosen und Verschlüsse auf die einzelnen hirnversorgenden Arterien zeigt, daß allein 40,0% der Stenosen an der Carotis interna lokalisiert waren (Tabelle 7). Knapp 50,0% der Stenosen betrafen die Arteria carotis externa. Die restlichen 10% verteilten sich auf die übrigen hirnversorgenden Arterien.

Bei den Gefäßverschlüssen (Tabelle 8) waren ca. $\frac{3}{4}$ an der Carotis interna lokalisiert, wobei an der linken Arteria carotis interna 10% mehr Verschlüsse als an der rechten Arteria carotis interna diagnostiziert wurden. Ein Zehntel aller Verschlüsse manifestierte sich an den Aa. subclaviae.

a) Unterteilung nach dem Geschlecht

Die Auswertung der Fälle mit pathologischem Befund nach dem Gesamtkollektiv hatte einen um 5,5% höheren Anteil bei den Männern ergeben (siehe DII. 1). Dieses Übergewicht pathologischer Befunde beim männlichen Geschlecht läßt sich an allen hirnversorgenden Arterien wiederfinden.

So war die Anzahl pathologischer Befunde an der Arteria ophthalmica um 3,4%, an der Arteria carotis interna um 2,6%, an der Arteria carotis externa um 3,0%, an der Arteria carotis communis um 0,8%, an der linken Arteria subclavia um 0,8% und an der Arteria vertebralis um 1,0% höher als bei den Frauen.

Tab. 6 Pathologische Beschallungsbefunde an der Art.vertebralis (AV)

	Links		Rechts		Mittelwert (li.-re.) in %
	n=1995	100%	n=1995	100%	
Art. vertebralis					100%
Stenose	3	0,2%	4	0,2%	0,2%
Stealphenomen der AS	15	0,8%	3	0,2%	0,5%
V.a. Hypo- bzw. Aplasie	10	0,5%	3	0,2%	0,4%
Summe der patholo- gischen Befunde	28	1,5%	10	0,6%	1,1%

Tab. 7

Verteilung der Doppler-sonographisch ermittelten Stenosen

links	rechts	ACE		ACC		AS		AV		Stenosen Gesamt
		links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	
165	174	197	231	11	11	31	6	3	4	833
19,9%	20,9%	23,6%	27,7%	1,3%	1,3%	3,7%	0,7%	0,4%	0,5%	100%

Tab. 8

Verteilung der Doppler-sonographisch ermittelten Verschlüsse

links	rechts	ACE		ACC		AS		Gefäßverschlüsse	
		links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
53	42	3	4	3	1	12	4	122	
43,4%	54,4%	2,5%	3,3%	2,5%	0,8%	9,8%	3,3%	100%	

b) Unterteilung nach Altersklassen

Bei jedem unserer Patienten wurden, wie in B erläutert, sämtliche sechs hirnversorgenden Gefäße beidseits untersucht. Der seitenunabhängige prozentuale Mittelwert der Gefäße mit pathologischem Beschallungsbefund stieg von 3,9% in der Altersklasse I auf 18,8% in der Altersklasse II und auf 56,8% in der Altersklasse III.

Die Auswertung der pathologischen Befunde nach dem Patientenkollektiv hatte in Altersklasse III eine Trefferquote von 45,4 % ergeben. Bezogen auf die Gesamtheit der beschallten Arterien ergibt sich also eine um mehr als 10% höhere Trefferquote in der Altersklasse III. Multilokuläre pathologische Befunde bei ein- und demselben Patienten nehmen demnach mit dem Alter zu und unterstreichen die Bedeutung der umfassenden Untersuchung aller extrakraniellen Gefäßabschnitte in dieser Altersklasse.

2. An den Endästen der Arteria ophthalmica indirekt ermittelte Befunde der ipsilateralen Arteria carotis interna.

Die Arteria ophthalmica ist der einzige Ast der Arteria carotis interna, der den Schädel wieder verläßt und über die Arteria supratrochlearis mit der Arteria carotis externa anastomosiert. Normalerweise wird die Arteria supratrochlearis von innen nach außen, also orthograd durchströmt. Nimmt der Druck in der Arteria carotis interna ab, so auch die Strömung in der Arteria supratrochlearis. Die alleinige Untersuchung der supraorbitalen Arterien erlaubt jedoch nur unzuverlässige Rückschlüsse auf Strömungshindernisse im Bereich der Arteria carotis interna der gleichen Seite, weil auch intrakranielle Anastomosen durch den circulus arteriosus Willisii bestehen, die einen Druckabfall im Bereich der Arteria carotis interna kompensieren

können (Widder, 1985). Zudem besteht für die Kriterien Null-Fluß und Seitendifferenz des Blutflusses keine strenge Korrelation mit entsprechenden Befunden an der Arteria carotis interna (Büdingen et al. 1982, Trockel et al. 1984).

In unserer Studie fand sich bei 32 (50,8%) von insgesamt 63 linksseitigen hochgradigen bzw. filiformen Stenosen der Arteria carotis interna ein unauffälliger Beschallungsbefund an der gleichseitigen Arteria ophthalmica. Selbst bei den 53 linksseitigen Verschlüssen war noch in 9 Fällen (17,0%) ein Normalbefund an der Arteria ophthalmica ableitbar. Auf der rechten Seite lagen bei hochgradiger oder filiformer Stenose in 37,7%, bei Verschlüssen der Arteria carotis interna in 16,7% ein normaler Untersuchungsbefund der Arteria ophthalmica vor.

Umgekehrt ließ sich in 10 Fällen von Null-Fluß bzw. 9 Fällen von retrogradem Fluß an der linken Arteria ophthalmica und in 9 Fällen von Null-Fluß bzw. 4 Fällen von retrogradem Fluß an der rechten Arteria ophthalmica kein pathologischer Befund an der ipsilateralen Carotis interna Doppler-sonographisch ermitteln (Tabelle 8a und 8b).

Für diese Fälle mußte ein intrakranielles Strombahnhindernis vor dem Abgang der ipsilateralen Arteria ophthalmica angenommen werden.

Tab. 8a : Korrelation der Befunde an der linken Art. ophthalmica mit denen bei direkter Beschallung der linken Art. carotis int.

	Befund an der AO links				Gesamt
	Normalbefund	reduzierter orthograde Fluß im Vergleich zur Gegenseite/ Flußzunahme >50% bei Kompression	Nullfluß	Retrograder Fluß	
Normalbefunde	1620 (97,4%)	24 (1,4%)	10 (0,6%)	9 (0,5%)	1663 (100,0%)
Turbulenzen, geringgradige Stenosen	127 (92,0%)	9 (6,5%)	2 (1,4%)	0 (0,0%)	138 (100,0%)
Mittelgradige Stenosen	50 (83,3%)	7 (11,7%)	1 (1,7%)	2 (3,3%)	60 (100,0%)
Hochgradige / Filiforme Stenosen	32 (50,8%)	17 (27,0%)	10 (15,9%)	4 (6,3%)	63 (100,0%)
Verschlüsse	9 (17,0%)	23 (43,4%)	2 (3,8%)	19 (35,8%)	53 (100,0%)
Summe der insgesamt beschallten linken Carotis-int.-Gefäße:					1977 +

Bei den übrigen 18 beschallten Internagefäßen war eine Beurteilung nicht möglich.

Befund an der ACI Links

Tab. 8 b: Korrelation der Befunde an der rechten Art. ophthalmica mit denen bei direkter Beschallung der rechten Art. carotis int.

	Befund an der AO rechts				Gesamt
	Normalbefund	reduzierter orthograde Fluß im Vergleich zur Gegenseite / Flußzunahme > 50% bei Kompression	Nullfluß	Retrograder Fluß	
Normalbefund	1614 (97,5%)	28 (1,7%)	9 (0,5%)	4 (0,2%)	1655 (100,0%)
Turbulenzen					
Geringgradige Stenosen	128 (91,4%)	10 (7,1%)	2 (1,4%)	0 (0,0%)	140 (100,0%)
Mittelgradige Stenosen	51 (77,3%)	13 (19,7%)	2 (3,0%)	0 (0,0%)	66 (100,0%)
Hochgradige/Filiforme Stenosen	26 (37,7%)	26 (37,7%)	11 (15,9%)	6 (8,7%)	69 (100,0%)
Verschlüsse	7 (16,7%)	10 (23,8%)	9 (21,4%)	16 (38,1%)	42 (100,0%)
Summe der beschallten rechten Carotis interna Gefäße:					1972 +
Bei den übrigen 23 beschallten Internagefäßen war eine Beurteilung nicht möglich					

IV. Risikofaktoren und Grundkrankheiten

Der Auswertungsbogen erfaßte insgesamt 13 Risikofaktoren bzw. Grundkrankheiten, die das Auftreten arteriosklerotischer Veränderungen begünstigen bzw. bekanntermaßen mit Vasopathien vergesellschaftet sind. Von diesen 13 Risikofaktoren bzw. Grundkrankheiten kamen maximal drei bei ein- und demselben Patienten gleichzeitig vor. Bei 1674 Patienten, das sind 83,9% vom Gesamtkollektiv, war keiner dieser Risikofaktoren feststellbar. 321 Patienten (16,1%) hatten mindestens einen der genannten Risikofaktoren.

Die weitere Auswertung der 321 Patienten ergab, daß sich bei 290 Patienten die Anzahl der Risikofaktoren auf eine Hypertonie, eine arterielle Verschußkrankheit, eine Hyperlipidämie, eine familiäre Hypercholesterinämie oder einen Diabetes mellitus beschränkte. Die anderen acht Risikofaktoren verteilten sich auf die restlichen 31 Fälle.

Aus diesem eingegrenzten pool von fünf maßgeblichen Risikofaktoren besaßen lediglich fünf Patienten das Maximum von drei Risikofaktoren gleichzeitig, 39 Patienten hatten zwei Risikofaktoren aufzuweisen und bei 246 Patienten ließ sich ein einziger dieser fünf Risikofaktoren aus den Unterlagen eruieren.

Die Klärung der Frage, ob und inwieweit diese vorhandenen Risikofaktoren die Anzahl pathologischer Befunde innerhalb der einzelnen Fragestellungen beeinflussen, wird zum einen durch den Umstand erschwert, daß die Risikofaktoren additiv nicht nur zu einer Indikationsstellung vorlagen, sondern häufig zu einem ganzen Indikationskomplex unterschiedlichster Fragestellungen, zum zweiten dadurch, daß wegen der fehlenden Anzahl von Patienten in

unserem Krankengut vergleichbare Subkollektive an Hand des Kriteriums vorhandener oder nicht vorhandener Risikofaktoren sich nur bei der Indikationsstellung Nr. 1 (Geräusch über den Carotiden rechts), Nr. 2 (Geräusch über den Carotiden links), Nr. 58 (Vertigo) und Nr. 55 (Zustand nach Apoplex) aufstellen lassen.

Wie aus Tabelle 9 zu ersehen ist, wird der Prozentsatz pathologischer Befunde innerhalb dieser Fragestellungen durch das Auftreten von einem oder zwei Risikofaktoren nicht erhöht.

112 Patienten aus dem Gesamtkollektiv der insgesamt 1995 Patienten wurden untersucht, weil bei ihnen ein Risikofaktor oder auch mehrere Risikofaktoren vorlagen (siehe Fragestellung 118 in Liste zu II des Auswertungsbogens). Diese Indikationsstellung ist mit einem Screening-Test identisch. 40 Patienten (35,7%) hatten mindestens an einer der sechs hirnversorgenden Arterien einen pathologischen Befund. Die Trefferquote lag somit nahe der durchschnittlichen Trefferquote des Gesamtkollektivs von 31,5%. Die Summation zweier Risikofaktoren erhöhte die Trefferquoten nicht, sondern führte eher zu einer Abnahme (25,0%).

In der Altersklasse II ließ sich in 22,0% der Fälle, in Altersklasse III in 47,0 % der Fälle ein pathologischer Befund an den extrakraniellen Hirnarterien nachweisen.

Die näher bestimmten Trefferquoten im Gesamtkollektiv für Patienten mit familiärer Hypercholesterinämie im Gesamtkollektiv betrug 35,0%, für die screening-Untersuchung bei arterieller Verschlusskrankheit (I - IV) 55,8%, für Patienten mit Hypertonie 26,9%, für Patienten mit Hyperlipidämie 13,3% und für Patienten mit Diabetes mellitus 35,7%. Auffällig ist, daß von den 17 Patienten der Altersgruppe I mit insgesamt nur 6 pathologischen Befunden acht Fälle eine familiäre Hypercholesterinämie hatten, wovon bei zwei

Tab.9 Anzahl der Patienten mit pathologischem Befund und Trefferquoten in Abhängigkeit von der Zahl vorhandener Risikofaktoren (RF)

	Patient ohne RF	Patient mit path. Befund	Patient mit 1 RF	Patient mit path. Befund	Patient mit 2 RF	Patient mit path. Befund
F ₁ Geräusch über den Carotiden rechts	221	130 (58,8%)	35	21 (60,0%)	7	4 (57,1%)
F ₂ Geräusch über den Carotiden links	215	140 (65,1%)	32	19 (59,4%)	4	2 (50,0%)
F 58 Vertigo	236	49 (20,8%)	28	5 (17,9%)	3	1 (33,3%)
F 55 Z.n. Apoplex	57	23 (40,4%)	12	4 (33,3%)	-	-

Patienten ein pathologischer Befund feststellbar war. Ein Drittel der pathologischen Befunde dieser Altersklasse entfiel demnach auf diese Risikogruppe. Bei Patienten mit familiärer Hypercholesterinämie sollte deshalb regelmäßig eine Doppler-sonographische Untersuchung der hirnversorgenden Arterien durchgeführt werden.

Koch und Langbehn (1986) hatten bei Patienten mit peripherer AVK in 0,0%, bei Patienten mit cerebralen Prozessen und peripherer AVK in 80,0%, bei Patienten mit koronarer Herzkrankheit und peripherer AVK in 47,3% pathologische Befunde an den extrakraniellen Hirnarterien Doppler-sonographisch nachgewiesen.

Die Angaben in der Literatur über die Prävalenz von Carotisstenosen bei asymptomatischen Risikopatienten gehen weit auseinander. Die sehr diskrepanten Ergebnisse gehen teils auf unterschiedliche Untersuchungstechniken, unterschiedliche Systematisierung, uneinheitliche Einteilungsgrade der Stenosen, teils auf fehlende bzw. nicht vergleichbare Kontrollgruppen oder zahlenmäßig kleine Kontrollgruppen zurück.

Ratliff et al (1985) untersuchten bei 100 Patienten mit AVK und 100 Patienten mit koronarer Herzkrankheit mit einem Duplex-Scan die Prävalenz obstruktiver Erkrankungen der Arteria carotis interna.

Das Durchschnittsalter betrug 64 Jahre. Bei 32 % der Patienten mit AVK wurden Stenosen $\geq 50\%$ der Arteria carotis interna oder der Carotisbifurkation gefunden, im Gegensatz zu 2% der Kontrollgruppe ($p < 0,001$). Nur 6% der Patienten mit KHK hatten Stenosen $\geq 50\%$. Geräusche über den Carotiden waren prädikativ in 61,0% der Fälle.

Hennerici et al. (1981) fanden bei ihren Patienten mit einem Durchschnittsalter von ca. 60 Jahren - vergleichbar der Altersklasse III unserer Studie - eine Prävalenz

von 6,8% asymptomatischer Stenosen $\pm$ 50% der extrakraniellen Hirnarterien bei Patienten mit KHK und eine Prävalenz von 5,9% bei Patienten mit Risikofaktoren für Arteriosklerose wie Diabetes mellitus, Hypertonie, Hyperlipidämie und Nikotinabusus. Die höchste Prävalenz (32,8%) extrakranieller asymptomatischer Carotisstenosen fanden die Autoren bei Patienten, die aus Gründen einer AVK zur operativen Behandlung vorgesehen waren.

Alle Untersuchungen kommen mit uns darin überein, daß das Alter selbst einen Risikofaktor darstellt.

In jüngster Zeit wurden von mehreren Autoren Untersuchungen über den Verlauf asymptomatischer Carotis-Stenosen mit positivem oder negativem Auskultationsbefund angestellt und hierbei auch der Zusammenhang von Risikofaktoren und klinischem bzw. vaskulärem Spontanverlauf untersucht (6, 8, 23, 31, 34, 46, 47, 50, 60).

Neben recht unterschiedlichen, zum Teil widersprüchlichen Aussagen über den graduellen Einfluß der einzelnen Risikofaktoren wie Diabetes mellitus, Hypertonie, Hyperlipidämie, Hyperlipoproteinämie, KHK, AVK und Nikotinabusus auf die Progredienz der Stenosen hirnversorgender Gefäße und den klinischen Spontanverlauf läßt sich festhalten, daß die kumulative cerebrale Insultrate relativ niedrig ist, die kumulative Todesrate am Ende einer vierjährigen Beobachtungszeit aber 26% verglichen mit einer Sterbedrate von 5% in einer nach Alter und Geschlecht vergleichbaren Normalpopulation der BRD beträgt (Hennerici et al. 1984).

Die häufigste Todesursache stellt vielmehr der Herzinfarkt dar. Hinsichtlich der Indikationsstellung läßt sich ableiten, daß Patienten mit Risikofaktoren in jedem Fall dopplersonographisch in regelmäßigen Abständen kontrolliert werden sollten.

E: Auswertung nach Fragestellungen

I. Verteilung der Fragestellungen im Gesamtkollektiv

Das Gesamtkollektiv der 1995 Patienten (n=1995) umfaßte ein Indikationsspektrum von 86 verschiedenen Fragestellungen.

Bis zu maximal 4 Fragestellungen bei ein und demselben Patienten waren als Indikationen zur Doppler-sonographischen Untersuchungen von den Überweisenden Kollegen angegeben worden. Bei 1419 Patienten (71,1%), das sind knapp 3/4 aller Patienten, lag nur eine einzige Fragestellung als Indikation zur Doppler-Untersuchung der extrakraniellen Hirnarterien vor. 456 Patienten (22,9%) waren mit je zwei, 98 Patienten mit je drei und 22 Patienten mit je vier Fragestellungen überwiesen worden, so daß sich insgesamt 2693 Fragestellungen auf die 1995 Patienten verteilten. Nach einer ersten Basisauswertung reduzierte sich das ursprüngliche Indikationsspektrum von 86 Fragestellungen auf das in der Liste zu II aufgeführte Indikationsspektrum von insgesamt 45 Fragestellungen. Die von der weiteren Auswertung ausgeschlossenen 41 Fragestellungen kamen in so geringer Anzahl vor, daß eine weitere Auswertung dieser Fragestellungen statistisch nicht sinnvoll ist.

Ein Großteil der Mehrfachfragestellungen beinhaltete Beschwerden, die dem Symptomenkomplex der cerebrovasculären Insuffizienz angehören, wie z.B. Vertigo, Synkope, Amaurosis fugax, Cephalgien und nicht fokale Sehstörungen. Die otologischen Fragestellungen Hörsturz, Tinnitus und Morbus Menière waren gehäuft untereinander, aber auch mit anderen Indikationsstellungen kombiniert, wobei hier ein Zusammenhang im Sinne eines übergeordneten Krankheitsbildes nicht zu ersehen war. Kombinationen von ophthalmologischen Krankheits-

bildern und den verschiedenen Stadien der cerebralen Gefäß-
krankung waren recht häufig, was sich aus dem Auge als vor-
geschobenen Hirnanteil erklärt. Auskultationsgeräusche über
den Carotiden rechts waren in 71,7%, Auskultationsgeräusche
über den Carotiden links in 79,4% mit anderen Fragestellungen
kombiniert.

Risikofaktoren und Grundkrankheiten wurden nach dem Auf-
bau unseres Fragebogens nicht als eigene Fragestellung
rubrifiziert. Ausgenommen sind die Fälle, in denen im
Rahmen eines Screenings (Fragestellung 118) explizit eine
Doppler-sonographische Untersuchung der extrakraniellen
Gefäße veranlaßt worden war.

Die kumulative Darstellung der näher ausgewerteten 45
Fragestellungen (Abb.9) zeigt, daß allein 10 Indikations-
stellungen über die Hälfte (52,5%) der 2693 Indikations-
stellungen ausmachen, daß weiter 2/3 aller vorkommenden
Fragestellungen von 20 Indikationsstellungen repräsentiert
werden. 27 Indikationsstellungen ergaben 3/4 der insgesamt
2693 Indikationsstellungen und die in der Liste zu II
aufgeführten 45 Fragestellungen machen 95% aller ange-
gebenen Fragestellungen aus. In Tabelle 10 sind diese
numerisch verschlüsselt und im Wortlaut aufgeführten
Fragestellungen nach der relativen Häufigkeit ihres Vor-
kommens im Gesamt-Kollektiv der insgesamt 2693 Frage-
stellungen geordnet. Die mit Abstand häufigste Indika-
tionsstellung war ein Strömungsgeräusch über den Caro-
tiden. Die auf der rechten oder linken Halsseite auskul-
tierbaren Strömungsgeräusche nahmen knapp 1/5 (19,2%)
die supraclaviculär auskultierbaren Geräusche 0,7% aller
Fragestellungen ein.

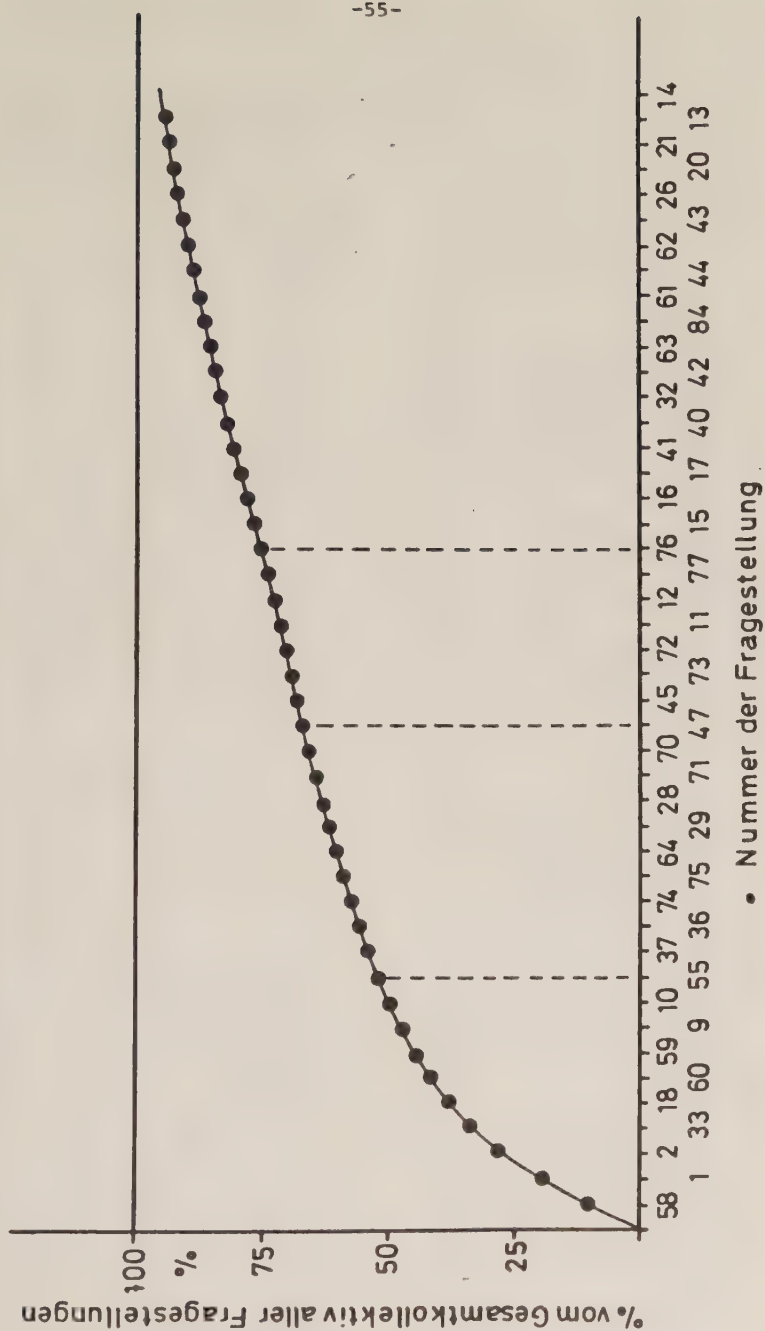
Wiederum knapp 1/5 aller Fragestellungen (18,1%) um-
faßte so unspezifische Symptome einer cerebrovasculären

Liste zu II (Ausgewertetes Indikationsspektrum)

- 01 Strömungsgeräusch über den Carotiden rechts
- 02 Strömungsgeräusch über den Carotiden links
- 09 Bekannte Carotisstenose rechts (alio loco gestellte Diagnose; durch DSA oder konventionelle Angiographie gesicherte Diagnose; anamnestisch bekannte Stenose)
- 10 Bekannte Carotisstenose links (alio loco gestellte Diagnose; durch DSA oder konventionelle Angiographie gesicherte Diagnose; anamnestisch bekannte Stenose)
- 11 Bekannte Stenose der ACI rechts (alio loco gestellte Diagnose; durch DSA oder konventionelle Angiographie gesicherte Diagnose; anamnestisch bekannte Stenose)
- 12 Bekannte Stenose der ACI links (alio loco gestellte Diagnose; durch DSA oder konventionelle Angiographie gesicherte Diagnose; anamnestisch bekannte Stenose)
- 13 Bekannte Stenose der ACE rechts (alio loco gestellte Diagnose; durch DSA oder konventionelle Angiographie gesicherte Diagnose; anamnestisch bekannte Stenose)
- 14 Bekannte Stenose der ACE links (alio loco gestellte Diagnose; durch DSA oder konventionelle Angiographie gesicherte Diagnose; anamnestisch bekannte Stenose)
- 15 Kontrolle nach Carotis-Bypass-OP rechts, TEA rechts oder Desobliteration rechts
- 16 Kontrolle nach Carotis-Bypass-OP links, TEA links oder Desobliteration links
- 117 Präoperatives Screening (Zustand vor Biopsie temporal bei Morbus Horton, Zustand vor Carotis-OP)
- 118 Screening bei Vorliegen einer oder mehrerer Grundkrankheiten
- 20 Strömungsgeräusch über der Arteria subclavia rechts
- 21 Strömungsgeräusch über der Arteria subclavia links
- 26 Vertigo bei Kopfdrehung
- 28 Subclaviastenose rechts
- 29 Subclaviastenose links

- 132 V.a. vertebro-basiläre Insuffizienz
- 33 Synkope
- 36 TIA mit rechtsseitiger Symptomatik
- 37 TIA mit linksseitiger Symptomatik
- 40 Apoplex mit rechtsseitiger Symptomatik
- 41 Apoplex mit linksseitiger Symptomatik
- 142 V.a. Arteriitis temporalis
- 43 Rezidivierende TIA
- 44 lymyalgia rheumatica
- 45 Z.n. TIA
- 47 Cephalgien
- 55 Z.n. Apoplex
- 58 Vertigo
- 59 Hörsturz rechts
- 60 Hörsturz links
- 61 M. Menière
- 62 Sehstörungen
- 63 Amaurosis fugax rechts
- 64 Tinnitus
- 70 Visusverschlechterung oder Visusverlust rechtes Auge
- 71 Visusverschlechterung oder Visusverlust linkes Auge
- 72 Zentralarterienverschluß rechtes Auge
- 73 Zentralarterienverschluß linkes Auge
- 74 ntralvenenthrombose rechtes Auge
- 75 Zentralvenenthrombose linkes Auge
- 76 Papillenödem rechts
- 77 Papillenödem links
- 84 Amaurosis fugax links

Abb. 9 Kumulative Darstellung der Anzahl der einzelnen Fragestellungen
(n=2693 Fragestellungen)



Tab.10 Anzahl der 45 ausgewerteten Fragestellungen und Größe der erzielten Trefferquoten

		Anzahl der Patienten	Anzahl der Fragestellungen in % im Gesamtkollektiv der 2693 Fragestellungen	Anzahl der Patienten mit pathologischem Befund	Prozentsatz pathologischer Befunde je Fragestellung
F 58	Vertigo	267	9,9%	55	20,6%
F 1	Strömungsgeräusch cervical rechts	264	9,8%	156	59,0%
F 2	Strömungsgeräusch cervical links	252	9,4%	162	64,3%
F 33	Synkope	133	4,9%	29	21,8%
F 18	Screening bei Risikofaktor	112	4,7%	40	35,7%
F 60	Hörsturz links	78	2,9%	10	12,8%
F 59	Hörsturz rechts	69	2,6%	7	10,1%
F 9	Carotisstenose re.	78	2,9%	43	55,1%
F 10	Carotisstenose li.	76	2,8%	45	59,2%
F 55	Z.n. Apoplex	70	2,6%	28	40,0%
F 37	TIA mit linksseitiger Symptomatik	48	1,8%	20	41,6%
F 36	TIA mit rechtsseitiger Symptomatik	41	1,5%	17	41,5%
F 74	Zentralvenenthrombose RA	45	1,7%	10	22,2%
F 75	Zentralvenenthrombose LA	27	1,0%	4	14,8%
F 64	Tinnitus	44	1,6%	11	25,0%
F 29	Subclavia-stenose links	43	1,6%	27	62,8%
F 28	Subclavia-stenose rechts	23	0,9%	13	56,5%
F 71	Visusverschlechterung LA	41	1,5%	22	53,6%
F 70	Visusverschlechterung RA	35	1,3%	9	25,7%

F 47	Cephalgien	41	1,5%	2	4,9%
F 45	Z.n. TIA	41	1,5%	15	36,6%
F 73	Zentralarterien- verschuß LA	39	1,4%	13	33,3%
F 72	Zentralarterien- verschuß RA	31	1,2%	7	22,6%
F 11	Bekannte Stenose ACI rechts	39	1,4%	33	84,6%
F 12	Bekannte Stenose ACI links	25	0,9%	25	100,0%
F 77	Papillenödem LA	38	1,4%	7	18,4%
F 76	Papillenödem RA	34	1,3%	3	8,8%
F 15	Kontrolle nach Carotis-OP re.	37	1,4%	29	78,4%
F 16	Kontrolle nach Carotis-OP li.	29	1,1%	26	89,7%
F 17	Präoperatives Screening	37	1,4%	16	43,2%
F 41	Apoplex mit links- seitiger Symptoma- tik	35	1,3%	21	60,0%
F 40	Apoplex mit rechts- seitiger Symptoma- tik	34	1,3%	17	50,0%
F 32	V.a. vertebro-ba- siliäre Insuffi- zienz	32	1,2%	6	18,7%
F 42	Arteriitis tempo- ralis	28	1,0%	8	28,6%
F 63	Amaurosis fugax re.21		0,8%	5	23,8%
F 84	Amaurosis fugax li.17		0,6%	6	35,3%
F 61	M. Menière	24	0,9%	0	0,0%
F 44	Polymyalgia rheu- matica	23	0,9%	8	34,8%
F 62	Sehstörungen	20	0,7%	4	20,0%
F 43	Rezidiv.TIA	17	0,6%	6	35,3%

Fortsetzung Tab.10

F 26 Vertigo bei Kopf- drehung	16	0,6%	1	6,2%
F 20 Strömungsgeräusch über der AS re.	9	0,3%	7	77,7%
F 21 Strömungsgeräusch über der AS li.	12	0,4%	8	66,6%
F 13 Bekannte Stenose der ACE re.	13	0,5%	12	92,3%
F 14 Bekannte Stenose der ACE li.	4	0,1%	3	75,0%
=====				

Insuffizienz wie Vertigo, Vertigo bei Kopfdrehung, Zeichen einer vertebrobasilären Insuffizienz, Cephalgien oder anamnestisch bekannte Synkopen.

In den Überweisungen aus dem Fachbereich der Hals- Nasen- Ohrenheilkunde dominierten die Fragestellungen Hörsturz, Tinnitus und Morbus Menière. 8,0% aller Fragestellungen waren diesen otologischen Indikationen zuzuordnen.

Die neurologischen Fragestellungen mit spezifischer Symptomatik, die in den Stadien II, III und IV der cerebralen Gefäßkrankung einzureihen sind wie Zustand nach Apoplex, TIA, Zustand nach TIA, Apoplex mit linksseitiger oder rechtsseitiger Symptomatik und rezidivierende TIA bildeten 10,6% aller Fragestellungen.

Das Prodrom eines cerebralen Insultes mit ophthalmologischer Manifestation stellt bisweilen die Amaurosis fugax dar. Als Fragestellung war sie in unserem Krankengut verhältnismäßig selten (1,4% aller Fragestellungen). In 26 Fällen war sie mit anderen Indikationsstellungen, in erster Linie mit den zuletzt erwähnten Erkrankungen kombiniert. Bei den verbleibenden 12 Patienten lag sie als solitary Indikationsstellung vor.

Die durch ophthalmologisch suspekten Befunde induzierten Fragestellungen umfaßten die Zentralvenenthrombose, den Zentralarterien- bzw. arteriellen Astverschluß, Visusverschlechterungen, Papillenödeme sowie - ganz unspezifisch - Patienten mit einseitigen oder beidseitigen Sehstörungen. Die Gruppe dieser Indikationen nahm 11,5% aller Fragestellungen ein.

In die letzte Gruppe lassen sich all die Indikationen einreihen, die entweder mit systemischen oder lokalen

Gefäßkrankungen einhergehen. Hierzu gehören die Screening-Untersuchungen bei Patienten mit Risikofaktoren, die Polymyalgia rheumatica sowie der Morbus Bing Horton. Die Doppler-sonographische Untersuchung bei Patienten mit der Verdachtsdiagnose Bing Horton hatte einen doppelten Stellenwert. Neben der Erhärtung der Verdachtsdiagnose durch den Doppler muß vor Entnahme der die Diagnose sichernden Biopsie im Bereich der Schläfenarterie immer auch eine Überprüfung der übrigen hirnversorgenden Arterien und des Circulus arteriosus Willisii erfolgen. Fragestellung 117 (präoperatives Screening) und Fragestellung 42 (Arteriitis temporalis) waren folglich häufig kombiniert.

Die Dringlichkeit der Screening-Untersuchung gemäß Fragestellung 117 leitet sich aus dem anästhesiologischen und operativen Risiko der im Kopf-Hals-Bereich tätigen Disziplinen ab (Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, Gefäßchirurgie, Neurochirurgie, plastische Chirurgie) und beinhaltet die disparatesten Erkrankungen: carotisnahe Tumoren im Kopf-Hals-Bereich, operable kontralaterale Carotisstenosen, Mißbildungen des Gesichtsschädels usw. Diese Fragestellung ist deshalb rein negativ bestimmt. Sie drängt auf den Ausschluß einer Stenose vor dem operativen Eingriff. Der Einsatz des Dopplers ist hier gerechtfertigt nicht durch die Höhe der Trefferquote pathologischer Befunde, sondern durch die hohe Spezifität und Sensitivität dieser Untersuchungsmethode, was jedoch nicht Thema dieser Arbeit ist.

Fragestellung 117 wurde deshalb nur der Vollständigkeit halber in Tab. 10 und in die Abbildung 10 aufgenommen. Sie wird im folgenden nicht mehr berücksichtigt.

Die Fragestellungen 9 (bekannte Carotisstenose rechts), 10 (bekannte Carotisstenose links), 11 (bekannte Stenose

der ACI rechts), 12 (bekannte Stenose der ACI links), 13 (bekannte Stenose der ACE rechts) und 14 (bekannte Stenose der ACE links) werden ebenfalls von der weiteren Untersuchung ausgeklammert. Sie beziehen sich auf bereits mit anderen Untersuchungsverfahren ermittelte Diagnosen, wobei diese Untersuchungstechniken teils mit dem Doppler hinsichtlich des klinischen Einsatzes konkurrieren. Die Trefferquoten dieser Indikationsstellungen können somit die aus zahlreichen Untersuchungen der Literatur bekannte hohe Sensitivität der Doppler-sonographischen Untersuchung illustrieren, worauf in Abschnitt A. IV. bereits näher eingegangen wurde. Die Sensitivität der Doppler-Sonographie wurde bislang auf die konventionelle Angiographie mit Darstellung in mindestens 2 Ebenen validiert. Wenn die Sensitivität der von uns durchgeführten Doppler-sonographischen Untersuchung etwas unterhalb der in der Literatur genannten Sensitivität von 93%-97% liegt, so deshalb, weil erstens in diese Indikationsstellung auch Stenosen Eingang gefunden haben, die der mit Unsicherheit behafteten Eigenanamnese entstammen, zweitens die Diagnose z.T. alio loco mit nicht näher genannter Untersuchungstechnik und nicht näher bekanntem Ausbildungsstand des Untersuchers erhoben wurde, drittens auch Stenosen unter 50%-Lumeneinengung der Doppler-sonographischen Befundung überantwortet wurden. Die Sensitivität nimmt aber bekanntlichernmaßen für Stenosen unter 50%-Lumeneinengung stark ab.

Mit Fragestellung 15 und Fragestellung 16 soll ein Operationsergebnis beurteilt werden bzw. die Komplikation eines postoperativen Verschlusses, der mit einer Häufigkeit von etwa 5 - 15% auftritt (Büdingen et al. 1982, Vollmar et al. 1986), frühzeitig erkannt werden. Erstens affizieren aber hohe oder niedrige Trefferquoten pathologischer Befunde bei diesen Fragestellungen nicht die Wertigkeit der Doppler-sonographischen Untersuchung, sondern umgekehrt

ist die Wertigkeit der Doppler-sonographischen Untersuchung vorausgesetzt und mit ihr soll ein Urteil über die Güte bzw. eine Beurteilung des postoperativen Verlaufs abgegeben werden. Mit unseren Befunden könnte allenfalls die Restenosierungsrate genauer erfaßt werden, was jedoch nicht Gegenstand unserer Untersuchung ist. Zweitens: Dem operativen Eingriff sowie dem operativen Verfahren muß mit veränderten qualitativen und quantitativen Maßstäben Rechnung getragen werden. Turbulenzen und Strömungsverlangsamung im Bereich einer patch-Erweiterungsplastik sind durchaus physiologisch. Der Doppler-sonographische Befund eines Internaverschlusses nach einem extra-intrakraniellen Bypass ist ein "normaler" Befund.

In unserem Auswertungsbogen werden diese Befunde aber als pathologische Befunde erfaßt, was falsche postoperative Ergebnisse widerspiegelt.

Fragestellung 15 und 16 wurden deshalb ebenfalls nicht mehr berücksichtigt.

II. Pathologische Befunde bei den einzelnen Fragestellungen

In Tabelle 10 ist die Anzahl der einzelnen Fragestellungen bezogen auf das Gesamtkollektiv aller Fragestellungen aufgeführt. Bei den Trefferquoten pathologischer Befunde wurde an dieser Stelle noch nicht weiter danach differenziert, ob diese Fragestellung nun solitär oder kombiniert mit einer anderen Fragestellung vorlag. Außerdem wurde nicht danach differenziert, an welcher hirnversorgenden Arterie der pathologische Befund erhoben wurde, ob noch weitere Beschallungsbefunde bei demselben Patienten zu erheben waren und welchen Grad die Gefäßobstruktion aufwies. Da die Zahl der Fragestellungen identisch ist mit der Anzahl der Patienten ist auch die Anzahl der erhobenen pathologischen Befunde identisch mit der Anzahl

der Patienten.

In Abb.10 sind für die einzelnen, numerisch verschlüsselten Fragestellungen die Trefferquoten graphisch dargestellt. Wie bereits weiter oben erwähnt, betrug die Summe aller genannten Indikationen 2693. Bei diesen 2693 Fragestellungen ergaben sich insgesamt 1065 pathologische Befunde im Doppler. Die Auswertung nach der Zahl der Fragestellungen ergibt eine durchschnittliche Trefferquote von 39,5%.

Sieht man einmal von den aus den oben genannten Gründen ausgeklammerten Fragestellungen ab, so finden sich die mit Abstand höchsten Trefferquoten pathologischer Beschallungsbefunde bei den Fragestellungen, die ihre Indikation von einem positiven klinischen Auskultationsbefund beziehen. Dies gilt sowohl für die Geräusche über der rechten und linken Carotis (59,0% bzw. 64,3%), als auch für Geräusche über den aa. subclaviae supraclaviculär (77,7% bzw. 66,6%). Auch der Indikationsstellung 28 und 29 (Verdacht auf Subclaviastenose) liegt eine klinische Routineuntersuchung zugrunde. Die Doppler-sonographische Untersuchung wegen Verdachts auf Subclaviastenose wurde immer dann vorgenommen, wenn sich auffällige Differenzen der am rechten und linken Arm gemessenen Blutdruckwerte ergaben. Diese Ergebnisse unterstreichen zum einen die Dringlichkeit der Doppler-sonographischen Abklärung eines positiven Auskultationsbefundes über den Carotiden und zum zweiten die tragende Bedeutung der angiologischen Untersuchung. Bei asymptomatischen Patienten ist der im Rahmen der Routineuntersuchung erhobene positive Auskultationsbefund oft der einzige, wenn auch nicht zuverlässige Hinweis auf arteriosklerotische Prozesse der hirnversorgenden Arterien. In unserer Studie konnte in ca. 40% der Fälle kein pathologischer Befund im Doppler nachgewiesen werden. Für die Entstehung dieser Geräusche kommt

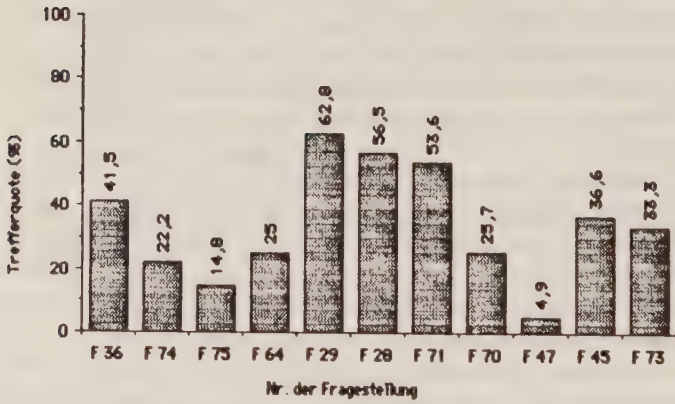
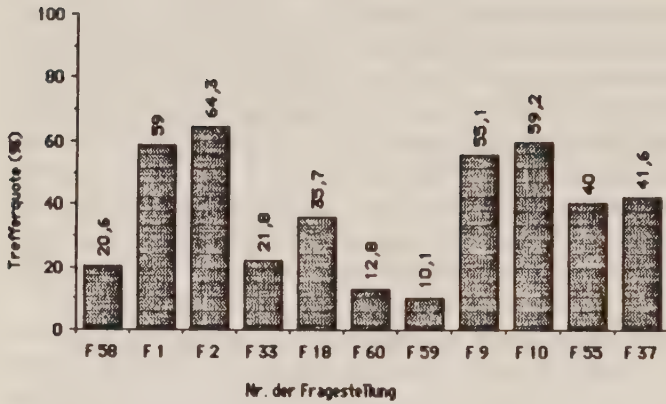


Abb.10 Trefferquoten der 45 ausgewerteten Fragestellungen

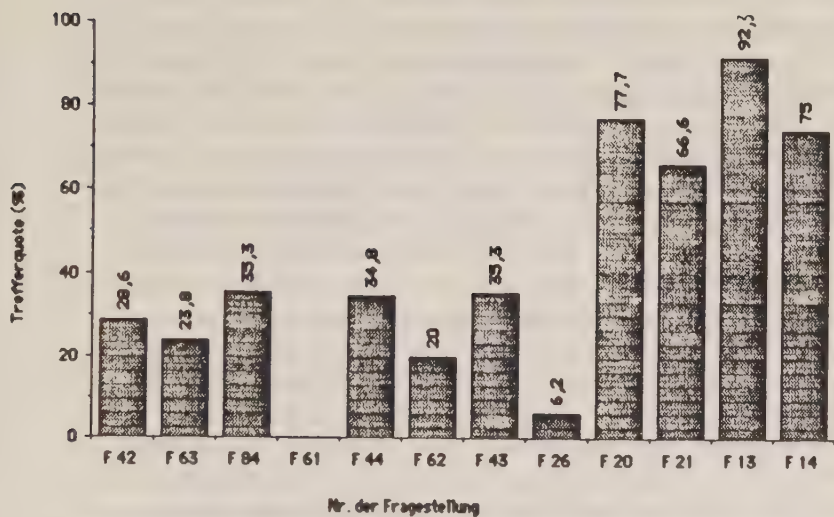


Abb. 10 Fortsetzung

bisweilen eine Hypertonie oder eine Hyperthyreose in Betracht. Auch fortgeleitete kardiale Geräusche können ein cervical auskultierbares Geräusch verursachen. Umgekehrt finden sich aber auch Stenosen ohne cervical auskultierbare Geräusche (Hennerici et al. 1981).

Lagen so unspezifische Symptome einer cerebrovasculären Insuffizienz wie Vertigo (F 58), Vertigo bei Kopfdrehung (F 26), Synkope (F 33), V.a. vertebrobasiläre Insuffizienz (F 132) oder Cephalgien (F 47) vor, so fanden sich deutlich niedrigere Prozentzahlen pathologischer Befunde, vor allem wenn man berücksichtigt, daß die durchschnittliche Trefferquote aller 86 vorkommenden Fragestellungen 39,5% betrug. Die Trefferquoten bei Cephalgie und Vertigo bei Kopfdrehung waren extrem niedrig. Die unspezifischen Symptome kamen bevorzugt mit Fragestellungen höherer Trefferquote kombiniert vor, in erster Linie mit den ein temporäres oder bleibendes neurologisches Defizit aufweisenden cerebralen Gefäßerkrankungen des Stadiums II, III oder IV, aber auch kombiniert untereinander sowie in Kombination mit den begrifflich zum Fachbereich der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde gehörenden Fragestellungen. In Punkt III wird untersucht werden, ob und inwieweit sich die Trefferquoten bei diesen Fragestellungen verändern, wenn sie als solitäre Fragestellung die Indikation zur Doppler-Sonographie abgeben.

Bei den Fragestellungen 36, 37 (TIA mit rechts- bzw. linksseitiger Symptomatik), 40, 41 (Apoplex mit rechts- bzw. linksseitiger Symptomatik), 43 (Rez. TIA), 45 (Z.n. TIA) und 55 (Z.n. Apoplex), die die Stadien II, III und IV der cerebralen Gefäßerkrankung bzw. den Zustand nach einer solchen Erkrankung oder ein Rezidiv einschließen, reichten die Trefferquoten von 35,3% bis 60,0%.

Patienten mit den klinischen Zeichen einer TIA oder Patienten, bei denen eine TIA oder ein Apoplex aus der Anamnese

bekannt war, hatten ungefähr gleich hohe Quoten pathologischer Befunde. Um 10 - 20% höher lagen die Quoten bei den frischen Insulten, wobei bei Patienten mit Schlaganfällen der rechten Hemisphäre pathologische Befunde der extrakraniellen Hirnarterien um 10% häufiger anzutreffen waren.

Im Falle einer TIA kann häufig eine Amaurosis fugax festgestellt werden.

Als Symptom eines drohenden Schlaganfalls tritt die Amaurosis fugax in der Regel sogar früher auf als andere flüchtige cerebrale ischämische Warnsymptome.

Da bei der augenärztlichen Untersuchung der Retina eine ventrale Ausstülpung des Dienzephalons beurteilt wird, und die Netzhautarterien-Endäste der Arteria ophthalmica sind, stellt die augenärztliche Untersuchung auch eine neurologische und angiologische Diagnostik dar (Ringelstein et al. 1983). Schon Hager (1962) hatte - noch mit Bezug auf die Ophthalmodynamographie - "die Diagnose der Carotisthrombose durch den Augenarzt" gefordert. In unserem Krankengut war in ca. 1/4 (23,8%) der Fälle mit rechtsseitiger flüchtiger Amaurose ein pathologischer Befund an den extrakraniellen Hirnarterien nachweisbar. Bei der linksoculären Amaurosis fugax betrug dieser Anteil mehr als ein Drittel (35,3%).

Die Häufung pathologischer Befund bei denen das linke Auge betreffenden Fragestellungen geht auch - abgesehen von der Zentralvenenthrombose - bei den übrigen ophthalmologischen Indikationsstellungen hervor. Die Anzahl pathologischer Befunde bei den einzelnen Fragestellungen war sehr unterschiedlich und reichte von 8,8% (Papillödem rechtes Auge) bis 53,6% (Visusverschlechterung bzw. Visusverlust linkes Auge). Bei der Fragestellung Visusverlust war die Trefferquote links doppelt so hoch wie rechts. Die Trefferquote pathologischer Befunde bei

Zentralarterienverschuß oder arteriellem Astverschuß links war um mehr als 10% höher als rechts. Knapp 10% höher lag die Trefferquote wenn ein Papillenödem links diagnostiziert worden war. Eine Ausnahme bildete die Zentralvenenthrombose. Hier lag die Trefferquote bei rechtsseitiger Manifestation um 7,5% höher als links.

Sehstörungen waren von uns nicht nach ihrer Lokalisation unterschieden worden. Bei 1/5 dieser Fragestellungen (20,0%) lag ein pathologischer Doppler-sonographischer Befund vor.

Weit unter der durchschnittlichen Trefferquote pathologischer Befunde lagen die otologischen Indikationsstellungen. In keinem Fall von Morbus Menière, ob er nun kombiniert oder mit anderen Fragestellungen als Indikation zur Doppler-Sonographie aufgeführt wurde, konnte ein pathologischer Befund ermittelt werden. Aufgrund unserer Auswertung stellt deshalb der Morbus Menière allein sicherlich keine Indikation zur Doppler-Sonographie dar. Die höchste Trefferquote pathologischer Befunde in dieser Gruppe (25,0%) erbrachte die Doppler-Sonographie, wenn ein Tinnitus angegeben worden war.

Der der letzten Gruppe unserer Fragestellungen zugeteilte M. Bing Horton wies in 28,5% der Fälle einen pathologischen Beschallungsbefund auf. Bei der Polymyalgia rheumatica (Fragestellung 44), die nosologisch nicht eindeutig von der Arteriitis temporalis abzugrenzen ist und wahrscheinlich nur eine Manifestationsform der histologisch als Riesenzellarteriitis bezeichneten Krankheit ist, ließen sich um 5,8% höhere Trefferquoten finden. Faßt man die beiden Fragestellungen unter dem Krankheitsbild Riesenzellarteriitis zusammen, so ergibt sich eine

durchschnittliche Trefferquote von 31,4 %. Sie liegt nahe an der Trefferquote, die die Screening-Untersuchung bei Risikofaktor-Patienten (Fragestellung 118) erreichte. Auf diese Fragestellung sowie auf ihre Trefferquote ist in D. IV. bereits eingegangen worden. Die Ergebnisse wurden - soweit möglich - in Rücksicht auf die Ergebnisse der Literatur diskutiert. Die Korrelation der Anzahl pathologischer Befunde mit den aufsteigenden Altersklassen wurde in D. IV. ebenfalls besprochen. Wir hatten an Hand unserer Ergebnisse die von anderen Autoren geteilte Auffassung bestätigen können, daß das Alter selbst einen gewichtigen Risikofaktor darstellt. Zur besseren Einschätzung der Wertigkeit der Doppler-sonographischen Untersuchung bei den einzelnen Fragestellungen sollen im folgenden die Trefferquoten in den Altersklassen I, II und III miteinander verglichen werden.

1. Unterteilung nach Altersklassen

Eine Übersicht über die Anzahl der Patienten mit pathologischem Befund in den Altersklassen II und III gibt Tab. 11.

In Klasse I waren überhaupt nur sechs pathologische Befunde bei insgesamt 137 Fragestellungen zu ermitteln. Hiervon entfielen allein zwei pathologische Befunde auf die Fragestellung 18 (Screening bei Risikofaktor) die insgesamt 12 mal vorkam. Desweiteren ergab sich ein pathologischer Befund bei 15 Fällen der Fragestellung 58 (Vertigo), ein pathologischer Befund bei insgesamt 14 Fragestellungen der Indikationsstellung 1 (Strömungsgeräusch über den Carotiden rechts) und ein pathologischer Befund bei insgesamt vier der aus unserer weiteren Betrachtung ausgeschlossenen Fragestellung Nr. 10. Die durchschnittliche Trefferquote in dieser Klasse betrug 3,6%. In Altersklasse II fanden wir bei 546 Fragestellungen 102 pathologische Befunde, in Altersklasse III 895 pathologische Befunde bei 1851 Fragestellungen. Hieraus errechnen sich durchschnittliche Trefferquoten für die Altersklasse II von 18,7% und für Altersklasse III von 48,4%.

Der Vergleich der Trefferquoten von Fragestellung 1 (Strömungsgeräusch über den Carotiden rechts) und Fragestellung 2 (Strömungsgeräusch über den Carotiden links) in den verschiedenen Altersklassen zeigt, daß von einer festen Korrelation von auskultierbarem Geräusch über den Carotiden und pathologischem Befund im Doppler nicht ausgegangen werden kann. Einem cervical auskultierbaren Geräusch bei einem jungen Patienten oder bei einem jungen Erwachsenen muß weit weniger Gewicht beigemessen werden als demselben Befund bei älteren Patienten. So betrug die durchschnittliche Anzahl pathologischer Befunde in Prozent für die Fragestellung Nr. 1 (Strömungsgeräusch über den Carotiden rechts) in Altersklasse I 7,1% in Altersklasse II 34,2%

Tab.11: Anzahl der Fragestellungen und Anzahl der pathologischen Befunde in % je Fragestellung in den Altersklassen I-III

Fragestellung	I		II		III	
	Anzahl der Patienten	Prozent-satz path. Befunde	Anzahl der Patienten	Prozent-satz path. Befunde	Anzahl der Patienten	Prozent-satz path. Befunde
F 58 Vertigo	15	6,7%	57	3,5%	176	25,6%
F 1 Strömungsgeräusch cervical rechts	14	7,1%	38	34,2%	198	66,7%
F 2 Strömungsgeräusch cervical links	10	0,0%	38	44,7	191	70,2%
F 33 Synkope	7	0,0%	23	4,3%	96	28,1%
F 18 Screening bei Risikofaktor	12	16,7%	40	22,0%	60	47,0%
F 60 Hörsturz li.	9	0,0%	28	1,7%	33	24,2%
F 59 Hörsturz re.	10	0,0%	28	1,7%	27	22,2%
F 55 Z.n. Apoplex	1	0,0%	10	20,0%	56	44,6%
F 37 TIA mit linksseitiger Symptomatik	3	0,0%	9	33,3%	30	43,3%
F 36 TIA mit rechtsseitiger Symptomatik	1	0,0%	5	20,0%	32	43,8%
F 74 Zentralvenenthrombose RA	-	-	10	10,0%	29	31,0%
F 75 Zentralvenenthrombose LA	1	0,0%	4	0,0%	22	18,2%
F 64 Tinnitus	5	0,0%	13	15,4%	24	37,5%
F 29 V.a. Subclavia-stenose li.	-	-	8	37,5%	30	70,0%
F 28 V.a. Subclavia-stenose re.	2	0,0%	4	50,0%	14	64,3%
F 71 Visusverschlechterung LA	1	0,0%	6	50,0%	33	57,6%
F 70 Visusverschlechterung RA	1	0,0%	11	18,2%	20	30,0%

Fortsetzung Tab.11

F 47	Cephalgien	5	0,0%	13	7,7%	20	5,0%
F 45	Z.n. TIA	-	-	8	25,0%	31	38,7%
F 73	Zentralarterien- verschluß LA	2	0,0%	6	33,3%	26	34,6%
F 72	Zentralarterien- verschluß RA	1	0,0%	8	0,0%	21	33,3%
F 77	Papillenödem LA	1	0,0%	14	7,1%	22	27,8%
F 76	Papillenödem RA	-	-	11	0,0%	20	15,0%
F 41	Apoplex mit linksseitiger Symptomatik	-	-	5	20,0%	28	67,9%
F 40	Apoplex mit rechtsseitiger Symptomatik	1	0,0%	6	50,0%	24	50,0%
F 32	Vertebro-basi- läre Insuffizienz	1	0,0%	7	0,0%	23	21,7%
F 42	Arteriitis temporalis	-	-	3	0,0%	23	34,8%
F 63	Amaurosis fugax RA	1	0,0%	2	0,0%	18	27,8%
F 84	Amaurosis fugax LA	1	0,0%	4	25,0%	12	41,7%
F 61	M. Menière	3	0,0%	7	0,0%	12	0,0%
F 44	Polymyalgia rheumatica	-	-	4	0,0%	17	41,2%
F 62	Sehstörungen	1	0,0%	10	0,0%	9	44,4%
F 43	Rezidivieren- de TIA	-	-	2	0,0%	15	40,0%
F 26	Vertigo bei Kopfdrehung	3	0,0%	5	0,0%	7	14,3%
F 20	Strömungsgeräusch AS re.	1	0,0%	1	0,0%	7	100,0%
F 21	Strömungsgeräusch AS li.	-	-	2	50,0%	10	80,0%

und in Altersklasse III schließlich 66,7%. Prinzipiell gilt diese Feststellung auch für supraclaviculär auskultierbare Geräusche (Fragestellung 20 und Fragestellung 21). Die altersbedingte Zunahme in den Trefferquoten kann nicht damit erklärt werden, daß mit höherem Alter die Zahl additiver Erkrankungen zunimmt und sich eine vermehrte Anzahl von Fragestellungen dem cervikalen Auskultationsbefund überlagert. Vorausgreifend sei gesagt, daß die Tendenz steigender Trefferquoten mit zunehmenden Alter sich auch bei unseren asymptomatischen Patienten nachweisen läßt.

Die vom Alter der Patienten unabhängige Auswertung der Trefferquoten in den Einzelkollektiven hatte eine erhöhte Trefferquote bei den linkscervicalen Geräuschen ergeben. Diese gegenüber rechtsseitig auskultierbaren Geräuschen erhöhten Trefferquoten lassen sich sowohl in Altersklasse II als auch in Altersklasse III verfolgen.

In der Gruppe der unspezifischen Symptome einer cerebrovasculären Insuffizienz ergibt sich für die Indikationsstellung Cephalgie (Fragestellung 47) selbst in Altersklasse III eine sehr niedrige Trefferquote von 5,0%. Aus einer Cephalgie ist demnach eine Notwendigkeit zur Doppler-sonographischen Abklärung nicht ableitbar.

In Altersklasse II war für die Fragestellung Vertigo bei Kopfdrehung überhaupt kein pathologischer Befund zu ermitteln. In Klasse III war in einem Fall (14,3%) ein pathologischer Befund an den extrakraniellen Hirnarterien zu finden. Wird der Vertigo bei Kopfdrehung nicht der vertebrobasilären Insuffizienz subsumiert und ist die hals-, nasenohrenärztliche und differentialdiagnostische Abklärung auf peripheren bzw. zentralen Schwindel ohne faßbares Ergebnis, so gibt die Doppler-sonographische Untersuchung nur

einen Sinn, wenn eine mechanische Blockierung im Bereich der extrakraniellen Carotis angenommen wird. Ursächlich kommen hierfür eine Halsrippe, eine Einengung der Arteria carotis communis am Tuberculum anterius des sechsten HWK oder eine Kompression im Rahmen eines Thoracic-outlet-Syndroms in Betracht. Der Patient mit pathologischem Befund in Klasse III hatte zwar im Doppler eine Turbulenz an der linken Carotis, diese war jedoch auch ohne Kopfdrehung feststellbar. Zum zweiten war die Fragestellung mit einer zweiten Fragestellung bei demselben Patienten kombiniert. Die Ausführungen sollen nicht den grundsätzlichen Wert des Dopplers zur Überprüfung der Hämodynamik bei dieser Fragestellung in Zweifel ziehen, sondern lediglich vermitteln, wie selten eine mechanische Behinderung des extrakraniellen Carotisflusses bei diesen sehr seltenen Erkrankungen wirklich ist.

Bestand Verdacht auf eine vertebro-basiläre Insuffizienz, so war in Klasse II kein einziger pathologischer Befund zu erheben. In Klasse III stieg die Trefferquote auf 21,7% an, lag aber deutlich unter der durchschnittlichen Trefferquote von 48,4% in dieser Klasse.

Auf über 25% stieg sprunghaft die Trefferquote von Klasse II zu III bei der Fragestellung Vertigo (3,5% bzw. 25,6%) und bei der Fragestellung Synkope (4,3% bzw. 28,1%).

In der Gruppe der cerebrovasculär bedingten neurologischen Erkrankungen war die Anzahl der Fälle in Klasse II gering. Patienten mit Zustand nach Apoplex hatten in Klasse III über doppelt so hohe Trefferquoten (44,6%) wie in Klasse II (20,0%). Die Trefferquoten für frischen Apoplex und frische transitorische-ischämische Attacke

waren in III ebenfalls höher. Die prozentuale Anzahl pathologischer Befunde bei TIA der rechten Hemisphäre in Klasse II (33,3%) war höher als bei rechtsseitiger TIA. Umgekehrt verhielten sich die Trefferquoten in Klasse II bei frischem Apoplex. In Klasse III waren die Trefferquoten rechtsseitiger und linksseitiger TIA gleich groß (43,8% bzw. 43,3%). Bei frischem Apoplex war auch in Klasse III noch eine um 17,9% höhere Trefferquote feststellbar. In Klasse III wird deutlich, daß die Trefferquoten bei Apoplex (67,9% rechts, 50,0% links) höher liegen als bei TIA (ca. 43,5%).

Vergleiche der Trefferquoten zwischen den Klassen II und III bei Fragestellung Amaurosis fugax sind wegen der zahlenmäßig kleinen Subkollektive in II nicht angebracht. In Klasse III zeigt sich die deutlich erhöhte Trefferquote bei Befall des linken Auges.

Die ophthalmologischen Fragestellungen waren in Klasse II mit zum Teil zahlenmäßig kleinen Subkollektiven vertreten (Zentralvenenthrombose linkes Auge und Zentralarterienverschluß linkes Auge). Visusverschlechterung und Papillenödem jedoch boten auch in Klasse II höhere Fallzahlen. Die Trefferquoten bei Visusverschlechterung links waren in beiden Klassen höher als rechts. Bei den 36 bis 54-jährigen Patienten war die Trefferquote bei dieser Fragestellung links 2,7 mal so hoch wie rechts, bei den 55 - 99 Jährigen 1,9 mal so hoch wie rechts. Der Anstieg der Trefferquoten links von Klasse II zu III bei Visusverschlechterung links betrug aber nur 7,6%. Die Trefferquote lag bereits in II deutlich über der durchschnittlichen Trefferquote dieser Altersklasse von 18,7%. Bei der Indikationsstellung Papillenödem war in beiden Klassen, vor allem in Klasse III die Trefferquote links höher als rechts (7,1% versus 0,0% bzw. 27,8% versus 15,0%). Sehr niedrige Trefferquoten (0,0% bzw. 7,1%) ergaben

sich in Altersklasse II. Die Trefferquoten in Altersklasse III waren bei beiden Indikationsstellungen höher, lagen aber noch weit unter dem altersmäßigen Durchschnitt von 48,4%.

Die seitenbezogenen Trefferquoten bei Zentralarterienverschluß in Klasse II sind wegen der zahlenmäßig sehr kleinen Subkollektive nur mit Vorbehalt vergleichbar. Die gleiche Einschränkung muß für die Zentralvenenthrombose gemacht werden. Nur 4 Patienten in Klasse II hatten einen Zentralvenenthrombose des linken Auges. Bemerkenswert ist, daß in Klasse III, wo größere Kollektive bestehen, die Trefferquoten des Zentralarterienverschlusses für beide Seiten mit ca. 1/3 nahezu gleich hoch sind. Die Trefferquote der Zentralvenenthrombose stieg bei Befall des rechten Auges in Klasse III deutlich auf 31,0%, also ebenfalls knapp 1/3 an. Es bestätigt sich die früher gemachte Aussage, wonach die Zentralvenenthrombose anders als die übrigen ophthalmologischen Fragestellungen eine erhöhte Trefferquote erbringt, wenn das rechte Auge betroffen ist.

Bei Sehstörungen ließ sich in Klasse II in keinem Fall ein pathologischer Doppler-sonographischer Befund nachweisen. In Klasse III betrug die Trefferquote immerhin 44,4%.

Aus der Gruppe der otologischen Fragestellungen hatten wir den Morbus Menière bereits von der weiteren Untersuchung ausgeschlossen, da sich in keinem Fall ein pathologischer Befund im Doppler nachweisen ließ.

Die Fragestellungen Hörsturz rechts und Hörsturz links kamen in der Altersklasse II je 28 mal vor. Die Trefferquote war mit je 1,7% extrem niedrig. Die Quoten stiegen in III auf 24,2% rechts und 22,2% links an, betrugen aber nur die Hälfte der durchschnittlichen Trefferquote dieser Klasse von 48,4%.

In 13 Fällen der Fragestellung 64 (Tinnitus) konnte in Klasse II nur ein pathologischer Befund im Doppler nachgewiesen werden.

Die höchste Trefferquote aller otologischen Indikationen überhaupt war mit 37,5% bei der Fragestellung Tinnitus in der Altersklasse III zu erzielen.

Aus der letzten Gruppe der Fragestellungen muß nur noch auf die Riesenzellerarteriitis (Fragestellung 42 und Fragestellung 44) eingegangen werden, da Fragestellung 118 bereits in D. IV. abgehandelt wurde.

Es ist bekannt, daß die Polymyalgia rheumatica und der Morbus Bing Horton Erkrankungen des höheren Lebensalters sind. Während wir in keinem Fall von Riesenzellerarteriitis in der Altersklasse der 36 - 54-jährigen Patienten einen pathologischen Befund finden konnten, ergab sich bei Patienten der Klasse III eine Trefferquote von 34,8% für den Morbus Bing Horton und von 41,2% für die Polymyalgia rheumatica.

Zusammenfassend ergibt sich folgendes Zwischenresultat:

1. Der Morbus Menière und die Fragestellung Cephalgie allein können keine Indikation zur Doppler-Sonographie darstellen.
2. Alle übrigen Fragestellungen verzeichnen einen Anstieg der Trefferquoten von Altersklasse II zu III.
3. Überdurchschnittlich hohe Trefferquoten in Klasse II ergeben sich bei cervical oder supraclaviculär auskultierbaren Strömungsgeräuschen, frischem Apoplex, Visusverschlechterung und Zentralarterienverschluß des linken Auges sowie frischen transitorischen ischämischen Attacken. Praktisch ist zu folgern, daß die Indikation zur Doppler-sonographischen Untersuchung bei allen Fragestellungen mit zunehmenden Alter weiter gestellt werden muß.

2. Unterteilung nach dem Geschlecht

In Tab.12 sind für die jeweiligen Fragestellungen die Anzahl der Patienten, die Anzahl der Patienten mit pathologischem Befund sowie die Trefferquoten beim weiblichen und männlichen Geschlecht einander gegenübergestellt. Die durchschnittliche Trefferquote aus allen Fragestellungen betrug bei den Männern 42,7%, bei den Frauen 36,0%.

In der ersten Gruppe der Fragestellungen, die auf der Auskultation an der Regio colli lateralis sowie auf vergleichenden Blutdruckmessungen an der Arteria brachialis basieren, ergaben sich für die Strömungsgeräusche über den Carotiden (F1 und F 2) höhere Trefferquoten bei den Männern als bei den Frauen. Bei Strömungsgeräuschen an der rechten Halsseite (F1) lag die Trefferquote beim männlichen Geschlecht um 12,6%, bei Geräuschen über der linken Halsseite (F2) sogar um 16,9% höher als beim weiblichen Geschlecht. Bei Strömungsgeräuschen supraclaviculär links (F21) und bei der aufgrund von Blutdruckmessungen erhobenen Verdachtsdiagnose einer Subclaviastenose links (F 29) ergaben sich im Doppler gleich hohe Trefferquoten für beide Geschlechter. Die um 40% höhere Trefferquote bei den Frauen in Fällen von supraclaviculär links auskultierbaren Geräusch (F 21) errechnet sich aus der geringen Fallzahl von insgesamt vier Fragestellungen, was die Aussagekraft dieses Ergebnisses erheblich einschränkt. Bestand der Verdacht auf eine Subclaviastenose rechts, so waren die Trefferquoten bei den Männern um ca. 20 % höher als bei den Frauen.

Die Gefäßkrankheiten mit temporärem oder bleibendem neurologischem Defizit kamen bei den Männern häufiger vor als bei den Frauen.

Tab.12: Aufschlüsselung der Trefferquoten nach dem Geschlecht

Fragestellung	Männer			Frauen		
	Anzahl der Patienten	Anzahl der Pat. mit path. Befund	Prozent-satz path. Befunde je Fragestellung (Trefferquote)	Anzahl der Patienten	Anzahl der Pat. mit path. Befund	Prozent-satz path. Befunde je Fragestellung (Trefferquote)
F 58 Vertigo	126	23	18,2%	140	32	22,9%
F 1 Strömungs- geräusch re.	120	79	65,8%	139	74	53,2%
F 2 Strömungs- geräusch li.	122	89	72,9%	125	70	56,0%
F 18 Screening bei RF	56	20	35,7%	56	20	35,7%
F 33 Synkope	52	11	21,2%	81	18	22,2%
F 55 Z.n. Apoplex	40	20	50,0%	28	8	28,6%
F 60 Hörsturz li.	39	3	7,7%	37	6	16,2%
F 59 Hörsturz re.	38	2	5,3%	30	5	16,7%
F 37 TIA mit links- seitiger Symp- tomatik	33	13	39,4%	15	7	46,7%
F 36 TIA mit rechts- seitiger Symp- tomatik	22	10	45,5%	18	6	33,3%
F 29 V.a.Subcla- viastenose links	30	19	63,3%	13	8	61,5%
F 28 V.a.Subcla- viastenose rechts	12	8	66,7%	11	5	45,5%
F 45 Z.n. TIA	26	13	50,0%	14	2	14,3%
F 74 ZVT RA	25	5	20,0%	20	5	25,0%
F 75 ZVT LA	13	2	15,4%	13	2	15,4%
F 77 Papillen- ödem LA	22	5	22,7%	15	2	13,3%
F 76 Papillen- ödem RA	21	2	9,6%	13	1	7,7%
F 72 ZAV RA	22	5	22,7%	9	2	22,2%
F 73 ZAV LA	19	6	31,6%	20	7	35,0%

Fortsetzung Tab.12

F 40	Apoplex mit rechtssei- tiger Symp- tomatik	22	9	40,9%	10	6	60,0%
F 41	Apoplex mit linkssei- tiger Symp- tomatik	18	11	61,1%	16	10	62,5%
F 71	Visusver- schlecht. LA	19	9	47,6%	22	13	59,1%
F 70	Visusver- schlecht. RA	16	4	25,0%	19	5	26,3%
F 64	Tinnitus	18	2	11,1%	26	8	30,8%
F 63	Amaurosis fugax RA	16	5	31,3%	4	0	0,0%
F 84	Amaurosis fugax LA	12	5	41,7%	5	1	20,0%
F 32	V.a. verte- bro-basil. Insuffiz.	12	1	8,3%	19	5	26,3%
F 62	Sehstörungen	12	3	25,0%	8	1	12,5%
F 43	Rez. TIA	12	5	41,7%	5	1	20,0%
F 26	Vertigo b. Kopfdrehung	7	1	14,3%	9	0	0,0%
F 21	Strömungs- geräusch AS li.	6	4	66,7%	6	4	66,7%
F 20	Strömungs- geräusch AS re.	5	3	60,0%	4	4	100,0%
F 44	Polymyalgia rheumatica	4	2	40,0%	19	6	30,0%
F 42	Ar. ritidis temporalis	6	2	40,0%	21	6	30,0%

Frische Insulte ergaben höhere Trefferquoten bei den Frauen, wenn die linke Hemisphäre betroffen war. Bei den Insulten der rechten Hemisphäre waren die Quoten pathologischer Befunde gleich groß.

Die geschlechtsspezifischen Trefferquoten bei frischer TIA verhielten sich in Bezug auf den Befall der Hemisphären annähernd spiegelbildlich. So betrugen die Quoten pathologischer Befunde in den Fällen einer TIA der rechten Hemisphäre 46,7% bei den Frauen und 39,4% bei den Männern. Bei TIA der linken Hemisphäre hatten die Frauen in 33,3%, die Männern in 45,5% pathologische Befunde im Doppler. Alte, rezidivierende und anamnestisch bekannte Insulte oder transitorische ischämische Attacken weisen bis zu 3,5 mal so hohe Trefferquoten beim männlichen Geschlecht auf.

In der Gruppe der unspezifischen Symptome einer cerebrovasculären Insuffizienz waren die geschlechtsspezifischen Trefferquoten bei den Fragestellungen Vertigo und Synkope gleich groß. Die Fragestellung Synkope und die Verdachtsdiagnose einer vertebro-basilären Insuffizienz war bei den Frauen 1,6 mal so häufig wie bei den Männern anzutreffen. Bei der vertebro-basilären Insuffizienz war die weibliche Trefferquote dreimal so hoch wie die männliche.

Die Amaurosis fugax, ob sie nun am rechten Auge oder am linken Auge auftrat, befiel bevorzugt das männliche Geschlecht. Die Trefferquoten bei den Männern lagen ebenfalls höher. Bei der Amaurosis fugax links war sie zweimal so hoch, bei der Amaurosis fugax rechts dreimal so hoch. Bei beiden Geschlechtern wird unsere Beobachtung bekräftigt, daß die Amaurosis fugax des linken Auges

höhere Trefferquoten erbringt als die gleiche Fragestellung auf der Gegenseite.

Die ophthalmologischen Fragestellungen kamen mit einer Ausnahme annähernd gleich verteilt bei beiden Geschlechtern vor, vor allem wenn man berücksichtigt, daß die Auswertung der Geschlechtsverteilung nach dem Gesamtkollektiv ein leichtes Übergewicht der männlichen Patienten (51,9%) gegenüber den weiblichen Patienten (46,3%) ergeben hatte. Eine Ausnahme stellt der Zentralarterienverschluß am rechten Auge dar, der bei den Männern mehr als doppelt so häufig vorkam als bei den Frauen.

Ein Vergleich der geschlechtsspezifischen Trefferquoten ergibt erstens nahezu gleiche Quoten pathologischer Befunde bei den Fragestellungen Zentralvenenthrombose und Zentralarterienverschluß. Leicht erhöhte Quoten für Papillenödem des linken Auges und für Sehstörungen zeigen die Männer, während die Frauen leicht erhöhte Quoten bei Visusverschlechterung des linken Auges aufweisen.

Zweitens: Sowohl für die weiblichen Patienten als auch für die männlichen Patienten gilt, daß die Trefferquoten bei Zentralvenenthrombose des rechten Auges höher sind als bei Zentralvenenthrombose des linken Auges und daß bei den übrigen Fragestellungen höhere Quoten mit Befall des linken Auges korreliert sind.

Gegenüber den oben getroffenen Feststellungen über die Prädispositionsstellen höherer Trefferquoten ergeben sich somit keine neuen Aufschlüsse.

In die Tabelle 12 wurde der Morbus Menière nicht mehr aufgenommen. Die Trefferquoten der otologischen Fragestellungen für Hörsturz rechts und Hörsturz links waren bei den Frauen durchweg höher als bei den Männern. Für die Fragestellung Tinnitus betrug die weibliche Trefferquote 30,8% gegenüber 11,1% bei den Männern. Bei Hörsturz rechts betrug sie

16,7% versus 5,3% und bei Hörsturz links 16,2% versus 7,7% bei den Männern.

Die Riesenzellarteritis befällt bekanntermaßen Frauen häufiger als Männer (Siegenthaler 1984).

In unserem Krankengut kam diese Diagnose bei den Frauen viermal häufiger als bei den Männern vor. Die weiblichen Trefferquoten betrugen 30,0%, die männlichen Trefferquoten 40,0% für die unter den Begriff Riesenzellarteritis zusammengefaßten Krankheitsbilder.

Gleich hohe Trefferquoten ließen sich in der "Screening-untersuchung bei Risikofaktor" ermitteln (35,7%).

III. Pathologische Befunde bei solitären Fragestellungen

Die in den vorausgehenden Abschnitten besprochenen Trefferquoten wurden den einzelnen Fragestellungen zugeordnet, wobei nicht berücksichtigt worden ist, ob der Patient zur Doppler-sonographischen Abklärung nur wegen dieser einen Fragestellung Doppler-sonographisch untersucht wurde, oder ob noch weitere klinische Befunde bzw. Diagnosen bei demselben Patienten festgestellt worden waren, über die unsere Überwaiser sich Aufschlüsse aus der Doppler-Sonographie der hirnversorgenden Arterien erhofften. 576 Patienten, also knapp 1/4 aller Patienten hatten mehr als eine Indikationsstellung vorzuweisen. Wenn auch die bisher ermittelten Trefferquoten pathologischer Befunde eindeutig sind, insofern sie mit der Anzahl der Patienten übereinstimmen - dieselbe Fragestellung kam ja bei keinem Patienten zweimal vor - so ist die Zuordnung zu den Fragestellungen, wie sie bisher vorgenommen wurde nicht uneindeutig, da in ca.

Tab. 13 Anzahl der Patienten mit solitären Fragestellungen und Trefferquoten der Einfach-Fragestellungen

Nr. der Fragestellung			Anzahl der Patienten	Anzahl der pathol. Befunde	Anzahl der path. Befunde in % (Trefferquote)
F 58	Vertigo		161	27	16,8%
F 1	Strömungsgeräusch rechts		74	37	50,0%
F 2	Strömungsgeräusch links		52	33	63,5%
F 33	Synkope		88	20	22,7%
F 60	Hörsturz li.		51	3	5,9
F 59	Hörsturz re.		39	0	0,0%
F 55	Z.n. Apoplex		39	11	28,2%
F 37	TIA links		38	14	36,8%
F 36	TIA rechts		28	8	28,6%
F 74	ZVT re.		41	9	22,0%
F 75	ZVT li.		25	4	16,0%
F 64	Tinnitus		24	4	15,7%
F 29	V.a. Subclavia-stenose li.		27	15	55,6%
F 28	V.a. Subclavia-stenose re.		10	3	30,0%
F 71	Visusverschlechterung links		18	7	38,9%
F 72	Visusverschlechterung rechts		16	3	18,8%
F 45	Z.n. TIA		23	8	34,8%
F 73	ZAV LA		33	8	24,2%
F 72	ZAV RA		22	6	27,3%
F 77	Papillenödem LA		26	4	15,4%
F 76	Papillenödem RA		22	1	4,5%
F 41	Apoplex mit links-seitiger Symptomatik		28	18	64,3%
F 40	Apoplex mit rechts-seitiger Symptomatik		22	9	40,9%

Fortsetzung Tabelle 13

F 32	V.a. vertebro-basilläre Insuffizienz	18	1	5,6%
F 63	Amaurosis fugax RA	15	4	26,7%
F 84	Amaurosis fugax LA	11	3	27,8%
F 42	Arteriitis temporalis	15	4	26,7%
F 44	Polymyalgia rheumatica	9	3	33,3%
F 62	Sehstörungen	11	2	18,2%
F 43	Rez. TIA	9	2	22,2%
F 26	Vertigo bei Kopfdrehung	14	0	0,0%

25% der Fälle ein Komplex aus mindestens zwei Indikationsstellungen bestanden hat. Beispielsweise waren Strömungsgeräusche über den Carotiden rechts bei 190 Patienten mit einer der übrigen 85 Indikationsstellungen verknüpft. In mehreren Fällen lagen sogar Strömungsgeräusche cervical beiderseits vor. Da sich bei Strömungsgeräuschen relativ hohe Trefferquoten ergeben hatten, so folgt, daß in Kombination mit einer Fragestellung niedriger Trefferquote letzterer höhere Quoten pathologischer Befunde zugeschrieben werden als ihr wirklich zukommen. Aus der Untersuchung von Chambers und Norris (1985) geht hervor, daß bei Patienten mit TIA und cervikalem Strömungsgeräusch sich höhere Quoten an Internistenoson Doppler-sonographisch nachweisen lassen als bei einer Kontrollgruppe ohne Strömungsgeräusch. Um die Trefferquoten unserer Fragestellungen zu präzisieren, sind in Tabelle 13 nur die Patienten aufgenommen, bei denen eine einzige Indikationsstellung zur Doppler-Sonographie angegeben worden war. Für jede Fragestellung sind die Anzahl der Patienten sowie die Anzahl der pathologischen Befunde in Absolut- und Prozentwerten aufgeführt.

Insgesamt ergaben sich bei den 1419 Patienten 445 pathologische Befunde, was einer durchschnittlichen Trefferquote von 31,4% entspricht.

In Tabelle 14 sind die Trefferquoten in den Altersklassen I, II und III aufgelistet. Die durchschnittliche Trefferquote betrug in der Altersklasse I 4,2%, in Altersklasse II 13,4% und in der Altersklasse III 41,1%. Das Kollektiv der Patienten, die nur eine einzige Fragestellung aufzuweisen hatten und die 71,1% vom Gesamt-Kollektiv der 1995 Patienten ausmachen, soll umständehalber als Subkollektiv A₁ bezeichnet werden. Das Gesamt-Kollektiv der 1995 Patienten, das auch die Patienten mit Mehrfachfragestellungen impliziert, soll Kollektiv A genannt werden.

In der ersten Gruppe der Fragestellungen hatten 126 asymptotische Patienten ein Geräusch über den rechten oder den linken Carotiden. Bezogen auf das Gesamtkollektiv der 1995 Fälle sind das 6,3% aller Patienten. Von diesen 126 asymptotischen Patienten hatten 70 (55,6%) einen pathologischen Befund in der Doppler-sonographischen Untersuchung der extrakraniellen Hirnarterien. Die Trefferquoten waren verglichen mit den Quoten des Kollektivs A mit 50,0% bei cervikalem Strömungsgeräusch rechts und mit 63,5% bei cervikalem Strömungsgeräusch links immer noch sehr hoch.

Die tragende Bedeutung der klinischen Untersuchung wird hier besonders deutlich. Außer dem cervical auskultierbaren Geräusch hatten diese Patienten keinen Anhalt für obstruktive Prozesse der extrakraniellen Hirnarterien geboten. Ohne die routinemäßig durchgeführte Auskultation der Halsgefäße wären diese Patienten Doppler-sonographisch nicht untersucht und die pathologischen Befunde an den hirnversorgenden Arterien nicht aufgedeckt worden.

Auch im Subkollektiv A₁ lagen die Trefferquoten bei linksseitigem Strömungsgeräusch höher als bei den Geräuschen über der rechten Halsseite. Bei den rechtscervicalen Geräuschen waren die Trefferquoten im Subkollektiv A₁ um 9% niedriger als im Kollektiv A, bei linksseitigen Geräuschen waren die Trefferquoten mit 63,5% in A₁ und 64,3% in A nahezu gleich groß. Der Vergleich der Trefferquoten in Altersklasse I, Altersklasse II und Altersklasse III bestätigt die von uns an anderer Stelle gemachte Aussage, wonach Strömungsgeräusche über den Carotiden unterschiedlich prädikativ für einen Doppler-sonographisch pathologischen Befund sind, wenn ein Strömungsgeräusch bei einem Älteren oder einem jungen Patienten auskultiert werden kann.

Tabelle 14: Anzahl der Fragestellungen und Trefferquote
je Fragestellung in den Altersklassen I - III
im Subkollektiv der Einfach-Fragestellungen

			I		II		III	
Fragestellung			Anzahl d.Pat.	Prozent- satz pa- thol.Be- funde	Anzahl d.Pat.	Prozent satz pa- thol.Be- funde	Anzahl d.Pat.	Prozent- satz pa- thol.Be- funde
F 58	Vertigo		12	0,0%	39	0,0%	97	20,6%
F 1	Strömungsge- räusch cervi- cal rechts		6	16,7%	15	20,0%	49	63,3%
F 2	Strömungsge- räusch cervi- cal links		4	0,0%	12	33,3%	34	79,4%
F 33	Synkope		6	0,0%	15	0,0%	61	31,1%
F 18	Screening bei Risikofaktor		12	16,7%	35	22,0%	59	47,0%
F 60	Hörsturz li.		7	0,0%	22	0,0%	17	17,6%
F 59	Hörsturz re.		6	0,0%	19	0,0%	11	0,0%
F 55	Z.n. Apoplex		1	0,0%	7	14,3%	31	32,3%
F 37	TIA mit links- seitiger Symp- tomatik		2	0,0%	6	16,7%	25	40,0%
F 36	TIA mit rechts- seitiger Symp- tomatik		1	0,0%	2	0,0%	23	30,4%
F 74	Zentralvenen- thrombose RA		4	0,0%	9	11,1%	26	30,8%
F 75	Zentralvenen- thrombose LA		1	0,0%	4	0,0%	20	20,0%
F 64	Tinnitus		4	0,0%	7	0,0%	13	26,7%
F 29	V.a. Subclavia- stenose li.		-	-	6	33,3%	18	61,1%
F 28	V.a. Subclavia- stenose re.		1	0,0%	1	100,0%	7	28,6%
F 71	Visusverschlech- terung LA		-	-	3	33,3%	15	40,0%
F 70	Visusverschlech- terung RA		1	0,0%	8	12,5%	7	28,6%

Fortsetzung Tabelle 14 :

F 45	Z.n. TIA	-	-	6	33,3%	16	37,5%
F 73	Zentralarterienverschuß LA	2	0,0%	5	20,0%	21	23,8%
F 72	Zentralarterienverschuß RA	-	-	6	0,0%	15	40,0%
F 77	Papillenödem LA	1	0,0%	12	8,3%	12	25,0%
F 76	Papillenödem RA	-	-	9	0,0%	11	9,1%
F 41	Apoplex mit linksseitiger Symptomatik	-	-	4	0,0%	22	77,3%
F 40	Apoplex mit rechtsseitiger Symptomatik	-	-	5	60,0%	14	28,6%
F 32	Vertebro-basilläre Insuffizienz	1	0,0%	7	0,0%	10	10,0%
F 42	Arteriitis temporalis	-	-	2	0,0%	12	33,3%
F 63	Amaurosis fugax RA	1	0,0%	1	0,0%	13	30,8%
F 84	Amaurosis fugax LA	-	-	4	25,0%	7	28,6%
F 44	Polymyalgia rheumatica	-	-	1	0,0%	7	28,6%
F 62	Sehstörungen	1	0,0%	7	0,0%	3	66,7%
F 43	Rezidivierende TIA	-	-	2	0,0%	7	28,6%
F 26	Vertigo bei Kopfdrehung	2	0,0%	5	0,0%	6	0,0%

Auch bei erniedrigten Blutdruckwerten der linken Arteria brachialis (Fragestellung 29) war die Trefferquote im Subkollektiv A₁ mit 55,6% noch sehr hoch. Bei Verdacht auf rechtsseitige Subclaviastenose fiel die Trefferquote in A₁ mit 30,0% auf etwas mehr als die Hälfte der Trefferquote des Kollektivs A (56,5%).

In der zweiten Gruppe unserer Fragestellungen ließ sich bei der Fragestellung "Cephalgie" und Vertigo bei Kopfdrehung überhaupt kein pathologischer Befund Doppler-sonographisch nachweisen. Die Trefferquote für den Vertigo war im Subkollektiv A₁ mit 16,8% niedriger als in A (20,6%). 161 Patienten, das sind 8,1% aller Patienten und 11,3% aller Patienten mit Einfachfragestellungen, waren wegen dieser Indikationsstellung zum Doppler überwiesen worden. Bei 27 dieser Patienten war ein pathologischer Befund feststellbar. Bemerkenswert ist, daß allein 20 Patienten älter als 54 Jahre waren und der Altersklasse III angehörten. In den Altersklassen I und II ließ sich bei der Fragestellung Vertigo kein einziger pathologischer Befund im Doppler erbringen. Die übrigen sieben Patienten mit pathologischem Befund waren ohne Altersangabe.

Unter der solitären Fragestellung Synkope wurden insgesamt 88 Patienten untersucht. Bezogen auf das Gesamtkollektiv aller Patienten ergibt sich ein prozentualer Anteil von 4,4%. Bezieht man die Anzahl der Fälle auf das Subkollektiv A₁ der Einfachfragestellungen, so errechnet sich ein prozentualer Anteil von 6,2%.

Die Anzahl der Patienten mit pathologischem Beschallungsbefund machte bei dieser Fragestellung ca. 1/5 der Fälle sowohl in A₁ als auch in A aus. Die Trefferquoten waren in den beiden Kollektiven gleich.

Wie bei der Fragestellung Vertigo so ließ sich auch bei der Fragestellung Synkope in den Altersklassen I und II kein pathologisches Strömungsverhalten an den extrakraniellen Hirnarterien Doppler-sonographisch verifizieren. Von den 20 Patienten mit pathologischem Beschallungsbefund gehörten 19 der Altersklasse der 55 - 99 jährigen Patienten an. Ein Patient hatte keine Altersangabe. Die Trefferquote in der Altersklasse III betrug für die Fragestellung Synkope 31,1 %.

War die Trefferquote bei Verdacht auf vertebro-basiläre Insuffizienz im Kollektiv A mit 18,7% eher niedrig, so betrug die Trefferquote bei Verdacht auf vertebro-basiläre Insuffizienz als solitärer Fragestellung nur noch knapp ein Drittel (5,6%) der Trefferquote des Kollektivs A. In den Altersklassen I und II war die Doppler-sonographische Untersuchung wie in Fällen der Vertigo und Synkope unauffällig.

Nur in einem von 10 Fällen der Klasse III war bei Verdacht auf vertebro-basiläre Insuffizienz ein pathologischer Befund im Doppler zu erbringen. Dieser Fall betraf eine weibliche Patientin im Alter von 74 Jahren. Möller und Tonagel (1983) hatten 54 Patienten mit der Diagnose einer vertebro-basilären Insuffizienz angiographisch untersucht. Sie konnten "keine signifikante Beziehung zwischen Ausmaß des angiographisch sichtbaren Gefäßprozesses und Ausprägung des klinischen Bildes" feststellen. "Auch eine zu erwartende Zunahme der angiographisch sichtbaren Gefäßveränderungen mit steigendem Lebensalter ergab sich lediglich für die Gruppe der Frauen mit knapper Signifikanz".

Da nach einer vergleichenden Studie der Strömungsgeschwindigkeiten im Basilaris- und Carotisgebiet (Möller und Wolschendorf 1982) eine um 1,77 niedrigere Strömungs-

geschwindigkeit im Basilarisgebiet gefunden wurde, könnte dies für eine geringere Belastung der Arteria basilaris sprechen (Möller und Tonagel, 1983).

In der Gruppe der neurologischen Fragestellungen waren die Trefferquoten für die Fragestellung 45 (Zustand nach TIA) in beiden Kollektiven annähernd gleich groß (34,8 in A₁ bzw. 36,6% in A). Nur um ca. 5% differierten die Trefferquoten bei der TIA und dem Apoplex der rechten Hemisphäre. Im Kollektiv A₁ war die Trefferquote bei rechtsseitigem Insult mit 64,3% sogar noch höher als im Kollektiv A.

Für die übrigen Fragestellungen lagen die Trefferquoten im Kollektiv A um ca. 10 - 13% höher als im Kollektiv A₁. Sie bewegen sich mit Ausnahme der Fragestellung 43 (rezidivierende TIA) um die durchschnittliche Trefferquote des Kollektivs A, die 31,4% beträgt. Bei der Fragestellung 43 (rezidivierende TIA) lag die Trefferquote mit 22,2% deutlich unter dieser durchschnittlichen Trefferquote. Bemerkenswert ist, daß bei der Amaurosis fugax relativ hohe Trefferquoten erzielt werden konnten. Im Kollektiv A₁ bestand eine erhöhte Trefferquote bei flüchtiger Amaurose des linken Auges zwar nicht mehr, die Anzahl pathologischer Befunde in Prozent war für dieses Warnsymptom einer cerebrovasculären Insuffizienz mit 27,8% aber etwa so hoch wie bei der Fragestellung Zustand nach Apoplex (Fragestellung 55) oder frischer TIA mit rechtsseitiger Symptomatik (Fragestellung 36). Die höchste Trefferquote der ophthalmologischen Fragestellungen erreichte auch im Subkollektiv A₁ die Visusverschlechterung auf dem linken Auge mit 38,9%. Sie betrug damit mehr als das Doppelte der Trefferquote bei Visusverschlechterung am rechten Auge. Extrem niedrig war die Quote bei Papillenödem rechts

mit 4,5 %. Niedrige Trefferquoten ergaben sich auch beim Papillenödem links und bei der Zentralvenenthrombose des linken Auges. Die Zentralvenenthrombose rechts hatte auch im Subkollektiv A₁ höhere Quoten pathologischer Befunde als die Zentralvenenthrombose links (22,0% versus 16,0%). Auffallend ist, daß die um mehr als 10% höhere Trefferquote bei Zentralarterienverschluß des linken Auges A nicht mehr festzustellen ist, wenn der Zentralarterienverschluß als solitäre Fragestellung angegeben worden war. Im Kollektiv A₁ hatte etwa ein Viertel der Patienten mit Zentralarterienverschluß des rechten oder linken Auges einen pathologischen Befund.

Sehstörungen ergaben im Subkollektiv A₁ nahezu gleich hohe Trefferquoten wie wir sie im Kollektiv A gefunden hatten.

In der Gruppe der HNO-ärztlichen Fragestellungen war bei Hörsturz rechts (Fragestellung 59) in keiner Altersklasse ein pathologischer Befund im Doppler nachweisbar. Bei der Fragestellung Hörsturz links (Fragestellung 60) hatten vier von 51 Patienten (7,8%) keinen Normalbefund in der Doppler-sonographischen Untersuchung der hirnversorgenden Arterien. Alle vier Patienten waren älter als 65 Jahre und gehörten der Altersklasse III an.

Die Identifikation der vier Patienten zeigt, daß im Fall einer 65-jährigen Patientin die Arteria carotis interna wegen Unruhe der Patientin nicht beurteilbar war. Bei der zweiten Patientin im Alter von 74 Jahren waren an der Arteria carotis externa Turbulenzen feststellbar. Ein 80 Jahre alter Patient hatte Doppler-sonographisch nachweisbare Turbulenzen an der ACC, ACI und ACE beidseits.

Der vierte Fall mit pathologischem Befund betraf eine

69 Jahre alte Patientin mit mittelgradiger Stenose der ACI links und Turbulenzen der ACE rechts. Von den insgesamt 51 Patienten mit Hörsturz links war somit nur in zwei Fällen (3,9%) ein pathologischer Doppler-sonographischer Befund der ipsilateralen Arteria carotis interna festzustellen.

Es fragt sich, welche Trefferquoten sich ergeben, wenn ein beidseitiger Hörsturz besteht? In unserem Krankengut fanden sich 18 solcher Fälle. In 3 Fällen (16,7%) war ein pathologischer Befund zu ermitteln. Diese Patienten waren alle weiblichen Geschlechts und hatten neben dem beidseitigen Hörsturz noch zusätzliche Indikationsstellungen vorzuweisen.

In einem Fall bestanden zusätzlich bilaterale Strömungsgeräusche über den Carotiden, in den beiden anderen Fällen lag neben dem beidseits kombinierten Hörsturz noch eine Zentralvenenthrombose des rechten Auges bzw. ein Visusverlust am linken Auge vor. Alle drei Patientinnen waren älter als 65 Jahre.

Bei der Fragestellung Tinnitus ergab die Doppler-sonographische Untersuchung in vier von 24 Fällen (16,7%) einen pathologischen Befund.

Die vier Patienten gehörten alle der Altersklasse III an. Von diesen vier Patienten waren drei weiblichen Geschlechts. Der männliche Patient im Alter von 72 Jahren hatte neben einer hochgradigen Stenose der ACE rechts auch Turbulenzen an der ACI rechts sowie eine mittelgradige Stenose der ACI links.

Bei den zwei weiblichen Patienten im Alter von 58 Jahren und 59 Jahren fanden wir eine geringgradige Stenose der ACI links. Die 59-jährige Patientin hatte als Zweitbefund noch eine mittelgradige Stenose der ACI kontralateral. Bei der dritten Patientin im Alter von 74 Jahren

waren Turbulenzen der ACE beidseits ableitbar.

Drei der vier Patienten hatten also mindestens eine geringgradige Stenose der ACI links. Bezogen auf das Subkollektiv der 24 Patienten mit der Einfachfragestellung Tinnitus ergibt sich für die Stenosen eine Trefferquote von 12,5%. Bezogen auf die Altersklasse III errechnet sich eine Trefferquote von 23,1%.

Die Arteriitis temporalis (Fragestellung 42) hatte in beiden Kollektiven nahezu gleich hohe Trefferquoten. Sie betragen im Kollektiv A 28,6% und 26,7% im Kollektiv A₁. Auch bei der Polymyalgia rheumatica verhielt sich die Trefferquote in beiden Kollektiven nahezu konstant (34,8% bzw. 33,3%).

Wenn beide Fragestellungen unter der Erkrankung Riesenzellarteriitis zusammengefaßt werden, ergibt sich eine Trefferquote von durchschnittlich 29,2% im Subkollektiv A₁.

Unsere Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Ist bei einem Patienten ein Schwindel, ein Hörsturz oder ein Tinnitus bekannt, lag oder liegt eine Synkope vor oder bestehen Zeichen einer vertebro-basilären Insuffizienz, so lassen sich mit der Doppler-sonographischen Untersuchung der extrakraniellen Hirnarterien an keiner der hirnversorgenden Arterien Aufschlüsse hinsichtlich eines pathologischen Strömungsverhaltens oder hinsichtlich einer Gefäßobstruktion gewinnen, wenn diese Diagnosen für sich allein die Indikation zur Doppler-Sonographie bestimmen sollen und die Patienten jünger als 55 Jahre sind.

Bei älteren Patienten sind diese Fragestellungen unterschiedlich eng mit pathologischen Befunden im Doppler korreliert.

Bei einem Hörsturz rechts läßt sich in Altersklasse III

kein pathologischer Befund im Doppler ermitteln. Für den Hörsturz links ergeben sich, bezogen auf das Subkollektiv der Einfachfragestellungen sehr niedrige Trefferquoten von 5,9% und für die vertebro-basiläre Insuffizienz von 5,6%.

Von anderen Autoren durchgeführte angiographische Untersuchungen bei Patienten mit der Diagnose vertebro-basilärer Insuffizienz konnten keine signifikante Beziehung zwischen dem Ausmaß des angiographisch sichtbaren Gefäßprozesses und der Ausprägung des klinischen Bildes feststellen.

Der Einsatz des Dopplers beim Hörsturz wird hals-, nasenohrenärztlicherseits unter der Prämisse gefordert, daß dem klinischen Bild des Hörsturzes eine Durchblutungsstörung im häutigen Labyrinth zugrunde liegt. Wenn diese Erkrankung ätiologisch auf eine Durchblutungsstörung im häutigen Labyrinth zurückgeführt wird, und die Doppler-sonographische Untersuchung der extrakraniellen Hirnarterien Hinweise auf eine Durchblutungsstörung erbringen soll, so müssen sich im zuführenden arteriellen Gefäß zumindest Unregelmäßigkeiten im Strömungsverhalten Doppler-sonographisch verifizieren lassen.

Im folgenden Abschnitt sollen die Trefferquoten an den zum klinischen Bild korrespondierenden Gefäßen bei der Fragestellung Hörsturz und auch bei anderen, ausgesuchten Fragestellungen untersucht werden.

IV. Trefferquoten an den zum klinischen Bild korrespondierenden Gefäßen

1.

Der akute Hörsturz ist eine Erkrankung mit alleiniger cochleärer Symptomatik. Das häutige Labyrinth und damit auch der Ductus cochlearis erhält seine arteriellen Gefäße aus der Arteria labyrinthi. Sie stammt aus der Arteria basilaris oder Arteria cerebelli inferior anterior, die aus der Arteria basilaris abgeht. Doppler-sonographisch nachweisbare Strömungsunregelmäßigkeiten müßten demnach die Arteria vertebralis der ipsi- oder kontralateralen Seite betreffen.

Indes konnten wir in keinem Fall von Hörsturz, ob er nun als alleinige Indikation oder kombiniert mit anderen Indikationsstellungen genannt wurde, einen pathologischen Befund im Bereich der beschallbaren ipsi- oder kontralateralen Arteria vertebralis nachweisen.

2.

In unserem Krankengut war bei 264 Patienten, das sind 13,2% vom Gesamtkollektiv, ein Strömungsgeräusch über den rechten Carotiden auskultierbar. Von diesen 64 Patienten hatten 77 (29,2%) einen pathologischen Befund der homolateralen ACI im Bereich zwischen Bulbus caroticus und rechtem Kieferwinkel. Der prozentuale Anteil pathologischer Befunde war bei den Männern mit 35,0% häufiger als bei den Frauen (25,2%).

In 5 Fällen (1,9%) war eine Beurteilung des Strömungsverhaltens nicht möglich. Im Bereich des Abgangs der Arteria carotis interna aus der Arteria carotis communis ergeben sich bisweilen ungünstige Beschallungswinkel, wenn der Abgang und Verlauf der ACI dorsomedial verläuft, oder wenn wegen eines zu dicken Weichteilpolsters, einer Schwellung oder eines submandibulären Abszesses die Eindringtiefe der

ausgesandten Frequenz zu gering ist. Da die ipsilaterale Arteria ophthalmica in den genannten 5 Fällen eine unauffällige Strompulscurve zeigte, war ein pathologischer Befund eher unwahrscheinlich. Aus den in Punkt D. III. genannten Gründen ist ein pathologischer Befund der ACI jedoch nicht auszuschließen.

Unter den 77 Internagefäßen mit pathologischem Befund fanden sich 6 filiforme, 18 hochgradige, 16 mittelgradige, 11 geringgradige Stenosen sowie in 17 Fällen Turbulenzen der rechten Arteria carotis interna. Die Trefferquote der Männer war mit 35,0% höher als die der Frauen (25,2%).

Bemerkenswert ist, daß in 9 Fällen Verschlüsse der ACI auf der Seite des auskultierten Geräusches diagnostiziert worden sind. Im Falle eines Verschlusses, der ja zur Aufhebung der turbulenten Strömung führt, sollte man eigentlich kein Geräusch erwarten. Wir hatten jedoch an anderer Stelle bereits auf die von mehreren Autoren mitgeteilte Beobachtung hingewiesen, wonach cervicale Geräusche einen bedeutenden, keinesfalls aber zuverlässigen Indikator für obstruktive arteriosklerotische Veränderungen der Carotis interna darstellen (31,47,60,54) da Geräusche auch fortgeleitet oder funktionell entstehen können.

Da die Carotisbifurkation eine Prädispositionsstelle für extrakranielle Stenosen darstellt, ist es auch denkbar, daß Strömungsgeräusche a) durch den kompensatorisch erhöhten flow in der Arteria carotis externa, also funktionell aufgrund einer relativen Stenose der ACE im Bereich der Bifurkation entstehen, b) bedingt sind durch arteriosklerotische Lumeneinengung der benachbarten ACE selbst. Diese Aussage gilt selbstverständlich vice versa, wenn Verschlüsse der ACE bei einem Strömungsgeräusch vorliegen. Verschlüsse der ACE waren jedoch verhältnismäßig selten.

So konnten wir in 84 Fällen (31,8%) einen pathologischen Befund der ACE der gleichen Seite Doppler-sonographisch nachweisen, wenn ein Strömungsgeräusch auskultiert worden war. In 3 Fällen war eine Beurteilung der ACE nicht möglich. Die pathologischen Befunde verteilten sich nach dem Grad der Obstruktion wie folgt: Bei 10 Patienten waren Turbulenzen, bei 24 Patienten eine geringgradige Stenose, bei 33 Patienten eine mittelgradige Stenose, bei 16 Patienten eine hochgradige und in 1 Fall eine filiforme Stenose nachweisbar. Von den 252 Patienten mit einem Strömungsgeräusch über den linken Halsarterien hatten 85 Patienten (33,7%) einen pathologischen Befund an der ipsilateralen ACI. Die Trefferquote war links also wiederum leicht erhöht gegenüber rechts. Unter den pathologischen Fällen fanden sich 10 Verschlüsse, 13 geringgradige, 21 mittelgradige, 19 hochgradige und 3 filiforme Stenosen. Bei 19 Patienten waren Turbulenzen feststellbar. In 4 Fällen war eine Beurteilung nicht möglich. Die Trefferquoten waren bei den Männern mit 33,7% etwas höher als bei den Frauen (29,6%).

Pathologische Befunde an der ipsilateralen ACE waren bei dieser Fragestellung in 79 Fällen (31,3%) nachweisbar. Nach dem Grad der Obstruktion aufgeschlüsselt, ließen sich 22 geringgradige, 35 mittelgradige, 10 hochgradige, 1 filiforme Stenose, 11 mal Turbulenzen sowie 1 Verschluß nachweisen. Bei 2 Patienten war eine Beurteilung nicht möglich.

Setzen wir die Anzahl der anlässlich eines positiven Auskultationsbefundes nachgewiesenen Stenosen und Verschlüsse der rechten ACI und rechten ACE in Bezug zur Anzahl aller in unserem Gesamtkollektiv gefundenen Stenosen und Verschlüsse der rechten ACI und rechten ACE, so ergibt sich, daß die Internastenosen der Indikationsstellung 1 allein 29,3% aller nachgewiesenen Interna-

stenosen ausmachen, und die Externastenosen sich zu knapp einem Drittel (32,0%) aus Externastenosen der wegen eines rechtscervicalen Strömungsgeräusches untersuchten Patienten zusammensetzen.

Für die Verschlüsse der ACI rechts ergibt sich ein Prozentsatz von 21,4% bezogen auf die Gesamtzahl aller im Gesamtkollektiv diagnostizierten Verschlüsse. Im Falle der Indikationsstellung Nr. 2 (Strömungsgeräusch über den Carotiden links) beträgt der Anteil der Internastenosen 26,4%, der Anteil der Externastenosen 29,4% bezogen auf das Gesamtkollektiv aller diagnostizierten Interna- bzw. Externastenosen. Die Internaverschlüsse der Fragestellung 2 machten 23,8%, die Externaverschlüsse 25,0% aller diagnostizierten linksseitigen Verschlüsse der ACI bzw. ACE aus.

Schließlich haben wir untersucht, welche Trefferquoten sich bei asymptomatischen Patienten mit positivem Auskultationsbefund über den Carotiden ergeben. Im Subkollektiv A₁ der asymptomatischen Patienten mit positivem Auskultationsbefund cervical rechts stellten wir in 21,6% der Fälle ein pathologisches Strömungsverhalten der ipsilateralen ACI fest. An der gleichseitigen ACE konnte in 27,0% der Fälle ein pathologischer Befund im Doppler erbracht werden. Bei Geräuschen über der linken Halsseite betrug die Trefferquote an der ipsilateralen ACE 32,7%. Pathologische Befunde der gleichseitigen ACI waren bei cervicalem Strömungsgeräusch links nahezu doppelt so hoch wie rechts (38,5%). Die Trefferquote lag damit aber immer noch deutlich unter den von anderen Autoren angegebenen Quoten.

Wichtig erscheint uns der Hinweis, daß nur aufgrund der lege artis durchgeführten, routinemäßigen, angiologischen Untersuchung die Strömungsgeräusche erfaßt wurden, die dann von der Spezialambulanz unseres Hauses Doppler-sonographisch weiter abgeklärt werden konnten. Unter den

52 asymptomatischen Patienten mit linkscervicalem Strömungsgeräusch konnten 5 Fälle mit mittelgradiger Stenose, 5 Fälle mit hochgradiger Stenose, 1 Fall mit filiformer Stenose und 1 Fall mit Verschuß der ACI links selektiert werden. In 3 Fällen waren Turbulenzen der ACI nachweisbar. Bei den asymptomatischen Patienten mit Strömungsgeräusch über den rechten Carotiden fanden sich viermal Turbulenzen, einmal eine geringgradige, fünfmal eine mittelgradige, achtmal eine hochgradige und zweimal eine filiforme Stenose der ACI rechts.

Ergibt die Auskultation ein bilaterales Strömungsgeräusch über den Halsarterien, so soll sich nach Chambers und Norris (1985) die Trefferquote an der ipsilateralen Carotis interna erhöhen. In unserem Krankengut waren 119 asymptomatische Patienten, das sind 6% vom Gesamtkollektiv, im Verlauf der angiologischen Untersuchung wegen eines bilateralen Strömungsgeräusches aufgefallen. Bei 52 Patienten (46,2%), also bei fast jedem zweiten Patienten konnte ein pathologischer Befund an einer der beiden Internagefäße im Doppler nachgewiesen werden. An der zum Strömungsgeräusch homolateralen ACI ergab die Auswertung eine Trefferquote von 37,0% an der linken und von 33,6% an der rechten Arteria carotis interna. Verglichen mit der Gruppe der asymptomatischen Patienten mit unilateralem Strömungsgeräusch läßt sich eine Erhöhung der Trefferquote in unserer Studie also nur für die rechte Arteria carotis interna feststellen. Die Trefferquote an der linken ACI blieb in diesen Fällen konstant (37,0% versus 38,5%).

Die Gesamtzahl der Träger asymptomatischer Strömungsgeräusche betrug in unserem Krankengut 245 Patienten, das sind 12,3% aller untersuchten Patienten. Diese 245 Patienten hatten über 264 Halsseiten einen positiven Aus-

kultationsbefund. An 120 Halsseiten ließ sich ein pathologischer Befund der zum Geräusch ipsilateralen ACI nachweisen, was einer Trefferquote von ca. 1/3 (33,0%) entspricht.

Als diagnostisches Mittel steht die Doppler-Sonographie im Dienst der Prävention des Schlaganfalls, der mit über 100 000 Opfern im Jahr die dritthäufigste Todesursache in der Bundesrepublik Deutschland darstellt(5). Dem Doppler-sonographischen Nachweis arteriosklerotischer Gefäßprozesse im Bereich der extrakraniellen Hirnarterien, die bevorzugt in Höhe der Bifurkation anzutreffen sind, muß die Entscheidung über die Therapie folgen, die entweder in konservative oder operative Maßnahmen mündet oder zu einer abwartend kontrollierenden Haltung führt. Nachdem der Spontanverlauf asymptomatischer extrakranieller Gefäßprozesse in jüngster Zeit genauer untersucht worden ist (34, 47, 60), ist in der Regel im asymptomatischen Stadium der cerebralen Gefäßkrankheit eine abwartend-kontrollierende Haltung angezeigt, da das Risiko eines cerebralen Insults ohne vorausgehende Warnsymptome gegenüber Patienten ohne Strömungsgeräusch zwar erhöht ist, aber immer noch kleiner ist als das gegenwärtige Risiko des operativen Eingriffs und die Gefahr postoperativer Restenosierung (34, 9). Nach einer prospektiven Studie von Hennerici et al.(1984) können sich gering- bis mittelgradige asymptomatische Carotistenosen sogar zurückbilden. Plaques, die im c-w-Doppler Turbulenzen verursachen, mit dem Duplex-System aber besser erfaßt werden können, sind zumindest im Frühstadium durch Verschlechterung und Reparationsmechanismen charakterisiert (Hennerici et al.1985).

In der Führung und Verlaufskontrolle dieser Patienten erwächst der Doppler-Sonographie eine wichtige Auf-

gabe. Die Patienten sollten zunächst in Abständen von 3, später von 6 Monaten nachuntersucht werden. Bei den Kontrollen genügt es nicht, den Doppler-sonographischen Erstbefund auf Progredienz des Gefäßprozesses zu überprüfen, da sich eine sichere Korrelation zwischen klinischem Verlauf und Ausprägung des extrakraniellen Gefäßprozesses nicht nachweisen läßt (Hennerici et al., 1984 und 1985).

Eine wichtige Rolle scheint nach der Untersuchung von Hennerici et al.(1984) der Untersuchung der Vertebralarterien zuzukommen, da Patienten mit simultanen Carotis Vertebralis-Obstruktionen am häufigsten transitorische ischämische Attacken entwickeln.

In der Verlaufskontrolle und Führung der asymptomatischen Patienten mit positivem Doppler-sonographischen Erstbefund verhalten sich Doppler-Sonographie und klinische Untersuchung komplementär. Ausführlich erhobene Anamnese und genau dokumentierter Zwischenbefund sowie die Doppler-sonographische Untersuchung müssen sich einander zuarbeiten, wenn die Indikation zur Operation gestellt werden muß. Die klinische Befunderhebung ist von ausschlaggebender Bedeutung, da aus dem klinischen Verlauf, das heißt der Progredienz der Erkrankung in das Stadium II der cerebralen Gefäßkrankheit, die Indikation zum operativen Eingriff gestellt wird, wenn sich ein obstruktiver Prozeß an den extrakraniellen Hirnarterien nachweisen läßt.

3. Bei symptomatischen Patienten waren die Trefferquoten in der zur betroffenen Hemisphäre korrespondierenden Carotis interna im Falle der TIA der rechten Hemisphäre und der TIA der linken Hemisphäre gleich hoch.

An der linken ACI betrug die Trefferquote 22,0%, die der rechten ACI 22,9%.

An der linken ACI ließen sich 2 Verschlüsse, eine filiforme, zwei hochgradige, zwei mittelgradige, eine geringgradige Stenose und in einem Fall Turbulenzen nachweisen. In einem Fall war eine Bewertung der ACI nicht möglich. An der rechten ACI bestand in 2 Fällen ein Verschluß, in einem Fall eine hochgradige, in vier Fällen eine mittelgradige, in einem Fall eine geringgradige Stenose und in drei Fällen Turbulenzen. Bei drei Patienten war eine Beurteilung der ACI nicht möglich.

Die höchsten Trefferquoten an den zum klinischen Bild korrespondierenden Gefäßen waren beim frischen Insult nachweisbar. Für den Schlaganfall der rechten Hemisphäre beträgt die Trefferquote 35,3% an der ACI links, bei Befall der Gegenseite 40,0% an der ACI rechts.

Unter den 12 pathologischen Befunden der linken ACI fanden sich sieben Verschlüsse, zwei hochgradige, eine mittelgradige und zwei geringgradige Stenosen.

In einem Fall war eine Bewertung nicht möglich. Die rechte ACI war zweimal mittelgradig und einmal geringgradig stenotisiert. Vier Patienten hatten Turbulenzen und sieben Patienten hatten einen Interna-Verschluß. Zwei Fälle waren Doppler-sonographisch nicht beurteilbar. Es lassen sich also beim frischen Apoplex vermehrt Verschlüsse finden, jedoch waren auch gering- und mittelgradige Stenosen sowie Turbulenzen nachweisbar.

Roederer et al. (1984) geben an, daß ein Risiko von 42% besteht, innerhalb von 12 Monaten ischämische Symptome zu entwickeln, wenn die Lumeneinengung der ACI größer 80% beträgt.

Interessant ist, daß bei einem Zustand nach Apoplex (F 55) nur in 17,1% der Fälle ein pathologischer Befund sowohl an der rechten als auch an der linken Arteria carotis interna zu ermitteln. Gleichermäßen niedrige Trefferquoten der ACI rechts bzw. links (17,6%) fanden wir bei rezidivierenden transitorischen ischämischen Attacken. Im Fall der Fragestellung 45 (Z.n. TIA) betrug die Trefferquote an der linken ACI 9,8%, an der rechten ACI 17,1%.

Bei 46 - 48% der Patienten mit ischämischen Insulten läßt sich auch angiographisch kein pathologischer Befund erheben (Ferbort et al. 1985).

Andere Autoren, die Doppler-sonographisch nach obstruktiven Prozessen fahndeten, berichten über noch höhere Trefferquoten der ipsilateralen Arteria carotis interna (Gaul et al. 1986). Büdinger, von Reutern und Freund (1982) geben für das Stadium III und IV eine Trefferquote von 46% an der homolateralen ACI an.

Wie bereits erwähnt, besteht keine sichere Korrelation zwischen klinischem Befund und Grad der Internastenose. Auch unsere Ergebnisse bei frischem Insult weisen darauf hin, daß neben dem Vorliegen einer hämodynamisch wirksamen Stenose der ACI (Lumeneinengung > 80%), bei der ein apoplektisches Geschehen leicht verständlich ist, es noch eine andere Pathogenese des cerebralen Insultes geben muß, die extrakraniellen Ursprungs ist. Ferbort et al. (1985) haben auf die Möglichkeit einer kardialen Emboliequelle bei computertomographisch verifiziertem Territorialinfarkt und negativem sonographischem Befund hingewiesen. Sofern nicht eine Arrhythmie oder ein Vitium vorliegen, worüber die Herzauskultation und simultane Palpation des Radialispulses erste Aufschlüsse zu geben vermögen, kann unter Umständen eine echokardiographische Untersuchung Erfolg haben, die "nach neueren Untersuchungen

bei Patienten mit ischämischem Insult in 42,5% einen pathologischen Befund zeigte" (Ferber et al. 1985). Als extrakranielle Quelle von Embolien kommen außerdem arteriosklerotische Plaques der Carotisbifurkation, insbesondere wenn sie ulceriert sind, in Betracht. Vor allem für die Erklärung retinaler Insulte und der Amaurosis fugax gewinnt die Theorie der embolischen Genese an Bedeutung.

4. Bei der Fragestellung Amaurosis fugax konnten wir bei linksocculärem Befall in fünf von 17 Fällen, also in ca. 1/3 (29,4%), einen pathologischen Befund der homolateralen ACI nachweisen. Hierunter fanden sich zwei Verschlüsse und drei hochgradige Stenosen. Bei der rechtsocculären Amaurosis fugax war in 3 von 21 Fällen ein pathologischer Befund der ipsilateralen ACI zu erbringen. Die Trefferquote war gegenüber links deutlich erniedrigt. Wir konnten einen Verschuß, eine filiforme und eine hochgradige Stenose mit unserem c-w-Doppler nachweisen.

Prima vista ist eine Embolisation bei Vorliegen eines Interna-Verschlusses nicht einzusehen. Ringelstein et al. (1983) machen aber auf die Möglichkeit einer embolischen Streuung aus einer Externa-Stenose in die Arteria ophthalmica über die Gesichtskollateralen aufmerksam, wenn, wie in unseren Fällen, eine occlusio supra occlusionem festgestellt wird.

Nach Hager (1962) ist es auch möglich, daß im retrograd durchströmten Siphon vom hinaufragendem Appositionsthrombus Material in die noch orthograd durchströmte Arteria ophthalmica verschleppt wird.

Die orthograde Durchströmung der Arteria ophthalmica

bei Verschluß der ipsilateralen ACI ist kein widersprüchlicher Befund, wie wir in Punkt D. III. 2. am eigenen Krankengut nachgewiesen hatten.

Wir haben deshalb die Fälle mit Verschluß der ipsilateralen ACI bei Amaurosis fugax einer genaueren Analyse unterzogen. In den drei Fällen mit Verschluß der ipsilateralen ACI waren in zwei Fällen Embolien nicht auszuschließen.

In einem Fall mit Amaurosis fugax des rechten Auges fanden sich im Doppler Turbulenzen an der linken ACE. Im anderen Fall einer Amaurosis fugax links fanden sich noch eine zusätzliche mittelgradige Stenose der ACE links, eine mittelgradige Stenose der ACE rechts, eine mittelgradige Stenose der ACC links sowie Turbulenzen der ACC rechts.

Ringelstein et al. (1983) berichten, daß amaurotische Attacken prompt sistierten, nachdem der Patient wegen einer Externa-Stenose trotz Belassung des homolateralen Internaverschlusses operiert worden war, so daß der Gedanke der embolischen Genese des retinalen Insultes auch ex juvantibus gestützt wird.

Wir weisen daraufhin, daß in unserer Studie zur Ermittlung der Befunde auch bei der Fragestellung Amaurosis fugax der c-w-Doppler verwendet wurde.

Da bei der Amaurosis fugax weniger der hohe Stenosegrad, also hämodynamische Faktoren pathogenetisch von Belang sind, als vielmehr das Vorliegen und die Oberflächenbeschaffenheit arteriosklerotischer Plaques, kann es nicht Überraschen, wenn neuere Untersuchungen mit dem Duplex-Scan oder der Real-time-Sonographie, wie sie von Niklewski und Glasner (1985) und Gaul et al. (1986) angestrengt wurden, weitaus höhere Trefferquoten von 79 - 80% erbringen.

Nach den Ergebnissen mehrerer Untersucher (11,22,32,

43,69,74) haben diese Techniken den Vorteil, daß Stenosen <50% sowie arteriosklerotische Plaques mit höherer Sensitivität und Spezifität nachgewiesen werden können. In Anbetracht der selbst mit unserem c-w-Doppler erzielten Trefferquoten, der Pathogenese der Amaurosis fugax, der Tragweite des Krankheitsbildes sowie den mit dem hochauflösenden Duplex-Scan nachgewiesenen pathologischen Befunden der homolateralen ACI durch andere Autoren, halten wir den komplementären Einsatz des Duplex-Scans bei dieser Fragestellung für indiziert, wenn sich mittels c-w-Doppler eine obstruktive Läsion der homolateralen ACI nicht verifizieren läßt.

5. Bei 31 Fällen von Zentralarterienverschluß des rechten Auges fanden wir in 4 Fällen (12,9%), bei Zentralarterienverschluß des linken Auges in 6 von 39 Fällen (15,4%) einen pathologischen Befund der ipsilateralen ACI. Bei 2 Patienten war die rechte Arteria carotis interna nicht beurteilbar. Unter den pathologischen Befunden an der rechten ACI fand sich ein Patient im Alter von 65 Jahren mit einem Verschluß der Carotis interna rechts sowie einem retrograden Fluß an der ipsilateralen Arteria ophthalmica. Bei dem zweiten Patienten war eine hochgradige, beim dritten Patienten eine mittelgradige und bei dem vierten Patienten eine geringgradige Stenose der ACI nachzuweisen. Unter den sechs Fällen mit pathologischen Befund der linken ACI bei Zentralarterienverschluß des linken Auges fanden sich zwei Patienten mit Verschluß, ein Patient mit filiformer Stenose sowie drei Patienten mit Turbulenzen der Arteria carotis interna. Einer der Patienten mit Verschluß der linken Interna hatte zusätzlich Turbulenzen

der Arteria carotis communis rechts sowie eine mittelgradige Stenose der kontralateralen Carotis interna. Bei beiden Patienten war die Arteria ophthalmica retrograd durchströmt.

In knapp 1/5 (19,5%) der 41 Fälle, die unter der Indikation Visusverlust des linken Auges Dopplersonographisch untersucht worden waren, konnten wir einen pathologischen Befund an der linken ACI feststellen. Im einzelnen ergaben sich bei den acht Patienten mit pathologischem Befund ein Verschuß, eine filiforme Stenose, eine hochgradige, eine mittelgradige und vier geringgradige Stenosen. In zwei Fällen war die ACI nicht beurteilbar. Bei dem Patienten mit Internaverschuß bestand gleichzeitig Null-Fluß an der Arteria ophthalmica. Die Trefferquote an der ACI links war mehr als doppelt so hoch wie rechts (8,6%). Wir fanden rechts einmal einen Verschuß, einmal eine geringgradige Stenose und einmal Turbulenzen an der rechten ACI. Im Falle des Verschlusses bestand zusätzlich eine geringgradige Stenose der ipsilateralen ACE.

Wenn auch beim Papillenödem und der Zentralvenenthrombose die Trefferquoten weitaus geringer ausfielen, so waren doch auch an der zum betroffenen Auge korrespondierenden ACI pathologische Befunde nachzuweisen. So war beim Papillenödem rechts in 34 Fällen ein Verschuß und einmal eine geringgradige Stenose nachgewiesen worden. Im Fall des Interna-Verschlusses war kein pathologisches Strömungsverhalten an der ipsilateralen Arteria ophthalmica festzustellen. Unter den 38 Fällen mit Papillenödem des linken Auges fanden sich ein Verschuß, eine geringgradige Stenose und einmal Turbulenzen der ipsilateralen ACI. Der Patient mit Ver-

schluß der Interna hatte als Zusatzbefund eine hochgradige Stenose der ACI rechts sowie Turbulenzen der ACE rechts. Der Fluß über der linken Arteria ophthalmica war reduziert, aber orthograd. Für die Fragestellung Papillenödem rechts errechnet sich somit eine Trefferquote von 5,9% und für die Fragestellung Papillenödem links eine Trefferquote von 7,9%.

Die Trefferquote an der linken ACI bei rechtsoculärer Zentralvenenthrombose war auch nach Auswertung des korrespondierenden Stromgebietes doppelt so hoch wie die Trefferquote an der linken ACI bei Zentralvenenthrombose des linken Auges. Nur in einem Fall von 27 Fällen von Zentralvenenthrombose des rechten Auges war ein pathologischer Befund zu ermitteln. Es bestanden Turbulenzen an der ACI. Unter den vier Patienten mit pathologischem Befund bei Zentralvenenthrombose des rechten Auges waren drei Fälle mit Turbulenzen und in einem Fall eine geringgradige Stenose der ACI rechts nachzuweisen.

Von den insgesamt 20 Patienten mit der Fragestellung Sehstörungen (F 62), die nicht weiter seitenbezüglich differenziert worden war, hatte nur ein Patient einen pathologischen Befund an einer der beiden Interna-Stämme. Es handelte sich in diesem Fall um eine mittelgradige Stenose der linken Carotis interna.

Hohe Trefferquoten fanden wir also bei der Amaurosis fugax, dem Zentralarterienverschluß und bei Visusverschlechterung. Bei allen drei Fragestellungen war die Trefferquote aus unbekannten Gründen bei Befall des linken Auges höher als bei Befall des rechten Auges. Diese Beobachtung kann nicht aus einem bevorzugten Auftreten von Internastenosen auf der linken Seite erklärt werden,

da die Aufstellung der pathologischen Befunde der Tabelle 2 die seitengleiche Verteilung von Stenosen im Gesamtkollektiv beweist.

Niklewski und Glasner (1985) haben bei vergleichbaren Patienten die ipsilaterale Carotis mit dem für Stenosen unter 50%-Lumeneinengung hochauflösenden Duplex-Scan (Biosound) untersucht und sind zu einem weit höheren Prozentsatz erheblicher Gefäßwandveränderungen der ipsilateralen Carotis gekommen.

In Anbetracht der auch mit unserem c-w-Doppler nachweisbaren Gefäßveränderungen der ipsilateralen ACI bei den Fragestellungen Papillenödem und Zentralvenenthrombose muß angenommen werden, daß auch bei diesen retinalen Erkrankungen das Vorhandensein von Plaques und deren Oberflächenbeschaffenheit pathogenetische Relevanz besitzt. Sie veranlassen uns zu der praktischen Schlußfolgerung, in Zukunft auch bei den genannten ophthalmologischen Fragestellungen, vor allem wenn das linke Auge betroffen ist, das Duplex-Scan ergänzend zum Einsatz zu bringen, wenn pathologische Befunde im c-w-Doppler nicht nachzuweisen sind. Da diese Methode auch morphologische Einblicke in hämodynamisch noch nicht wirksame Frühstadien der Arteriosklerose erlaubt und Aussagen auch hinsichtlich der Dignität der Veränderung zu geben vermag (43, 69), eröffnen sich auch erfolgversprechende Perspektiven der Prävention des retinalen und cerebralen Insults.

F: Zusammenfassung der Ergebnisse und Diskussion

Es wurden die Ergebnisse der Doppler-sonographischen Untersuchung von 2000 Patienten ausgewertet, die in den Jahren 1984, 1985 und während des ersten Vierteljahres 1986 unter 86 verschiedenen Fragestellungen zur Doppler-Sonographie der extrakraniellen Hirnarterien überwiesen worden waren.

Die Zahl der gültigen Fälle betrug n=1995 Patienten.

50,9% der Patienten waren Männer, 46,3% der Patienten waren Frauen. Der Anteil der Patienten ohne Geschlechtsangabe betrug 1,8%. Bei 720 Patienten fand sich im Doppler ein pathologischer Befund an einer der hirnversorgenden Arterien. Die Trefferquote bezogen auf das Gesamtkollektiv betrug somit 36,1%. Sie war bei den Männern mit 38,6% etwas höher als bei den Frauen mit 33,1%. Die Trefferquote pathologischer Befunde stieg mit den einzelnen Altersklassen an. 82,9% aller pathologischen Befunde betrafen die Klasse III der 55 - 99 jährigen Patienten.

Für die Indikation zur Doppler-Sonographie der hirnversorgenden Arterien ergibt das Alter des Patienten ein erstes wichtiges Kriterium, da es selbst einen Risikofaktor darstellt. Desweiteren war ein Mehrgefäßbefall im Alter besonders häufig, so daß bei älteren Patienten auf die umfassende Untersuchung aller hirnversorgenden Arterien besonders Wert zu legen ist.

Am häufigsten im Gesamt-Kollektiv waren pathologische Befunde an der Arteria carotis interna mit 15,9%, der Arteria carotis externa mit 15,1%, gefolgt von der Arteria ophthalmica mit 7,5%, der Arteria carotis communis mit 3,7% sowie der Arteria subclavia und der Arteria vertebralis, wobei die Quoten pathologischer Befunde an der linken Arteria subclavia und linken Arteria vertebralis häufiger waren als rechts.

Von den insgesamt 833 Doppler-sonographisch erfaßten Stenosen waren knapp 90% an den beiden Carotisstämmen lokalisiert. 40% aller Stenosen betrafen die arteriae carotides internae und weitere 40% die arteriae carotides externae.

Von den insgesamt 122 ermittelten Gefäßverschlüssen betrafen 77,9%, also knapp 3/4 aller Verschlüsse die Arteria carotis interna, wobei rechts 43,4% und links 54,4% aller Verschlüsse lokalisiert waren.

Wenn in einem ersten Doppler-Sonographischen Screening die Arteria carotis interna indirekt über den Befund an der Arteria ophthalmica beurteilt werden soll, wie dies nach Berichten amerikanischer Autoren vom dortigen Hilfspersonal vorgenommen wird, so muß mit einer nicht vertretbaren Anzahl an falsch positiven und falsch negativen Befunden gerechnet werden, worauf bereits Büdingen et al. (1982) und Trockel et al. (1984) hingewiesen haben. Die Anastomosen im Bereich des circulus arteriosus Willisii vermögen selbst einen wegen Verschlusses der ipsilateralen ACI bestehenden Druckabfall in der AO kompensieren, ohne daß auch nur ein verminderter flow der ipsilateralen AO nachweisbar wäre. In unserer Studie war in 9 von 53 Fällen mit Interna-Verschluß links und in 7 von 42 Fällen von Interna-Verschluß rechts der Doppler-sonographische Befund an der ipsilateralen Arteria ophthalmica unauffällig. Was die Kriterien 'reduzierten orthograden Fluß' und 'Flußzunahme größer 50% im Kompressionstest anbetrifft', so sind diese Befunde nicht streng mit pathologischen Befunden der ipsilateralen ACI korreliert. Null-Fluß und retrograder Fluß bei Normalbefund der homolateralen ACI müssen allerdings den dringenden Verdacht auf ein intrakranielles Strombahnhindernis vor dem Abgang der Arteria ophthalmica aufkommen lassen.

Jeder Patient des Gesamtkollektivs wurde unter mindestens einer der insgesamt 86 Fragestellungen Doppler-sonographisch untersucht. 13 Risikofaktoren bzw. Grundkrankheiten wurden mit unserem Auswertungsbogen erfaßt. 290 Patienten hatten entweder eine Hypertonie, eine arterielle Verschlusskrankheit, einen Diabetes mellitus, eine Hyperlipidämie oder eine familiäre Hypercholesterinämie.

112 Patienten wurden im Rahmen eines Screenings wegen eines Risikofaktors oder wegen multipler Risikofaktoren Doppler-sonographisch untersucht.

Bei 40 (35,7%) dieser Patienten konnte ein pathologischer Befund an einer der extrakraniellen Hirnarterien ermittelt werden. Bei Patienten mit familiärer Hypercholesterinämie (FHC) betrug die Trefferquote 35,0%.

Auch in der Altersklasse I war bei den 8 Patienten mit FHC in 25% der Fälle ein pathologischer Befund nachzuweisen. Für Patienten mit AVK betrug die Trefferquote 55,8%, für Patienten mit Hypertonie 26,9%, für Patienten mit Hyperlipidämie 13,3% und für Patienten mit Diabetes mellitus 35,7%. Es erscheint demnach sinnvoll, auch neurologisch asymptomatische Patienten dieser Risikogruppen Doppler-sonographisch in regelmäßigen Abständen zu untersuchen, auch wenn neuere Untersuchungen über den Verlauf asymptomatischer Carotisläsionen bei Risikofaktorgruppen weniger die relativ niedrige kumulative Insultrate im Verhältnis zu einer vergleichbaren Normalpopulation, als vielmehr den Herzinfarkt als häufigste Todesursache herausstellen. Im Falle einer vorhandenen familiären Hypercholesterinämie kommt der Doppler-sonographischen Untersuchung die Aufgabe der Frühdiagnose stenosierender Veränderungen am extrakraniellen Gefäßsystem zu.

Die Patienten, die nur einen Risikofaktor im Rahmen des

Doppler-sonographischen Screenings vorzuweisen hatten, hatten in unserer Studie mit 34,7% eine weitaus höhere Quote pathologischer Befunde als Patienten mit zwei Risikofaktoren, bei denen die Auswertung eine Trefferquote von 25,0% ergab. Dieses Ergebnis widerspricht jeder medizinischen Erfahrung und widerspricht auch den Ergebnissen, die wir in den Screening-Untersuchungen der oben genannten verschiedenen Risikogruppen gewinnen konnten. Dieser Widerspruch muß unseres Erachtens dem retrospektiven Charakter unserer Studie angelastet werden. In dieser Auffassung werden wir bestärkt durch die Tatsache, daß

- a) Subkollektive bei den einzelnen Fragestellungen an Hand des Kriteriums vorhandener oder nicht vorhandener Risikofaktoren sich nur bei der Fragestellung 1 (Strömungsgeräusch über den Carotiden rechts), Fragestellung 2 (Strömungsgeräusch über den Carotiden links) Fragestellung 58 (Vertig) und Fragestellung 55 (Z.n. Apoplex) aufstellen lassen,
- b) durch das Ergebnis der Auswertung dieser Fragestellungen; demnach soll sich die Trefferquote pathologischer Befunde auch bei mehr als einem vorhandenen Risikofaktor nicht erhöhen,
- c) durch die sicherlich zu niedrige Anzahl an Patienten mit Nikotinabusus in unserem Krankengut.

Der naheliegende Schluß ist deshalb, daß bei der Angabe der einzelnen Fragestellungen die vorhandenen Risikofaktoren entweder schriftlich nicht oder nur unvollständig aufgeführt worden sind und/oder der klinische Befund und die Anamnese nicht mit ausreichender Gründlichkeit erhoben wurden.

45 der insgesamt 86 verschiedenen Fragestellungen wurden einer näheren Auswertung unterzogen. Wie wichtig Anamnese

und gründliche klinische Untersuchung sind, ließ sich eindrucksvoll am Subkollektiv der Patienten mit cervicalem ein- oder beidseitigem Strömungsgeräusch, supraclaviculärem Strömungsgeräusch oder Blutdruckdifferenzen an der rechten und linken Arteria brachialis demonstrieren.

Diese Fragestellungen basieren auf einfachen, routinemäßigen klinischen Untersuchungen. Im Subkollektiv der Patienten mit cervicalem Strömungsgeräusch konnte in ca. 60 % der Fragestellungen ein pathologischer Befund erzielt werden. 245 Patienten, das sind 12,3% aller Doppler-sonographisch untersuchten Fälle waren Träger eines ein- oder beidseitigen asymptomatischen Geräusches über den Carotiden. Auch diese Fragestellung war eng mit pathologischen Befunden im Doppler korreliert. Über jedem dritten Geräusch war ein pathologischer Befund der ipsilateralen ACI zu ermitteln. Höhere Trefferquoten waren an den zum klinischen Bild korrespondierenden Gefäßen nur bei Patienten mit frischem Apoplex zu erzielen. Asymptomatische Patienten mit bilateralem Strömungsgeräusch zeigten verglichen mit asymptomatischen Patienten und unilateralem Strömungsgeräusch eine erhöhte Trefferquote an der homolateralen Carotis interna nur auf der rechten, nicht aber auf der linken Seite.

Asymptomatische Patienten mit cervicalem Strömungsgeräusch sollten in Abständen von 6 Monaten Doppler-sonographisch kontrolliert werden. Bei jeder Kontrolluntersuchung ist ein ausführlicher neurologischer Zwischenbefund zu erheben, um eine Progredienz der Erkrankung ins Stadium II oder III frühzeitig zu erfassen. Bei der Doppler-sonographischen Untersuchung ist vor allem zu achten auf einen Mehrgefäßbefall und einen kombinierten Interna-Vertebralis-Prozess.

Aus der Gruppe der neurologischen Erkrankungen waren vor allem die frische transitorische ischämische Attacke und der frische Insult eng mit pathologischen Befunden im Doppler korreliert, ebenso wie die Fragestellung 55 (Z.n. Apoplex). Die Trefferquote bewegte sich zwischen 40% und 60%. Die Analyse der Befunde an den zum klinischen Bild korrespondierenden Gefäßen ergab aber nur für die frisch ausgebildeten neurologisch-defizitären Erkrankungen des Stadium II, III und IV eine enge Korrelation mit pathologischen Befunden an der entsprechenden Arteria carotis interna. Es konnte ein gehäuftes Vorkommen von Verschlüssen beim frischen Insult festgestellt werden. Eine feste Beziehung zwischen Schweregrad der Stenose und Ausprägung des klinischen Bildes ließ sich jedoch nicht aufstellen.

Die von uns an der Carotis interna bei frischer transitorischer ischämischer Attacke und frischem Apoplex ermittelten Trefferquoten liegen unterhalb der von anderen Autoren mitgeteilten Ergebnisse. Büdingen, von Reutern und Freund (1982) geben eine Trefferquote von 46,0% im Stadium III und IV der cerebralen Gefäßkrankheit an. Da die Erhebung und Beurteilung der Doppler-sonographischen Befunde unserer Studie von Untersuchern mit ausreichenden Kenntnissen vorgenommen wurde, und wir Unterschiede in der Untersuchungstechnik ebenfalls nicht ausmachen können, sind die unterschiedlichen Ergebnisse nur durch die unterschiedliche Anzahl und Zusammensetzung der Subkollektive zu erklären. Die Angaben von Büdingen, von Reutern und Freund sind Ergebnis einer Auswertung von 1477 Patienten der Neurologischen Universitätsklinik Düsseldorf. Die Anzahl der Patienten, die uns wegen der oben genannten neurologischen Fragestellungen zur Doppler-sonographischen Abklärung überwiesen wurden, betrug nur knapp 1/5 (286 Patienten).

Wichtig erscheint uns der Hinweis, daß vor der Doppler-sonographischen Abklärung einer TIA und eines Insultes eine kardiale Emboliequelle ausgeschlossen werden muß.

Wie wir zeigen konnten, stellt das Alter selbst einen Risikofaktor für arteriosklerotische Veränderungen der hirnversorgenden Arterien dar. Bei den Fragestellungen Synkope, Vertigo und V.a. vertebro-basilläre Insuffizienz war in den Altersklassen I und II an keiner der hirnversorgenden Arterien ein pathologischer Befund nachzuweisen, wenn diese Fragestellungen als alleinige Indikation zur Doppler Sonographie angegeben worden waren. In der Altersklasse III ließ sich verglichen mit der durchschnittlichen Trefferquote dieser Klasse nur eine verhältnismäßig geringe Anzahl pathologischer Befunde am extrakraniellen Gefäßsystem Doppler-sonographisch verifizieren. Da der klinische Befund einer Vertigo oder Synkope ein breites Spektrum differentialdiagnostischer Abklärungen umfaßt, sollte zunächst eruiert werden, ob es sich um einen vestibulären Schwindel, einen zentralen oder peripher vestibulären Schwindel, einen Allgemeinschwindel, einen fokal-corticalen Schwindel, einen oculären Schwindel oder um eine Kinetose handelt. Synkopen können auf Störungen der Herzfunktion beruhen, kardiovaskulär oder cerebral bedingt sein. Bei diesen Fragestellungen sollte ferner das Alter berücksichtigt werden sowie nach weiteren Symptomen und Hinweisen gefahndet werden, bevor eine gezielt Indikation zur Beurteilung der Hämodynamik der extrakraniellen Hirnarterien mittels Doppler-Sonographie gestellt wird.

Die Fragestellung 'Cephalgie' ist nach unseren Ergebnissen sicherlich keine Indikation zur Doppler-sonographischen Untersuchung.

Auch beim Morbus Menière lassen sich nach unseren Ergebnissen keinerlei Aufschlüsse im Doppler gewinnen. Bei keinem der 24 Fälle von Morbus Meniere konnte ein pathologischer Befund an einer der 12 extrakraniellen Hirnarterien nachgewiesen werden. Auch bei den Fragestellungen Hörsturz und Tinnitus ließ sich in den Altersklassen bis 65 Jahre, beim Hörsturz rechts auch in der Altersklasse III, kein einziger pathologischer Befund ermitteln, wenn allein aus diesen Fragestellungen heraus die Indikation zum Doppler gestellt wurde. An den korrespondierenden Gefäßen ließ sich in keinem Fall von Tinnitus oder Hörsturz ein pathologisches, hämodynamisches Strömungsverhalten verifizieren.

Gut korreliert mit pathologischen Befunden im Doppler war die Amaurosis fugax sowie aus dem Kreis der ophthalmologischen Fragestellungen der Zentralarterienverschluß, die Zentralvenenthrombose sowie ein Visusverlust. Pathologisches Strömungsverhalten an der homolateralen Arteria carotis interna konnten wir zwar in geringerer Häufigkeit als andere Autoren nachweisen (24, 52), jedoch wurden diese Untersuchungen mit dem Duplex-Scan durchgeführt, mit dem Stenosen < 50% sowie morphologische Veränderungen besser zu beurteilen sind. Bei diesen Erkrankungen scheinen nach neueren Untersuchungen weniger der hohe Stenosegrad, als vielmehr das Vorliegen und die Oberflächenbeschaffenheit arteriosklerotischer Plaques von Belang zu sein. In Anbetracht der selbst mit unserem c-w-Doppler erzielten Trefferquoten, der Pathogenese dieser Erkrankungen, für die auch ein mikroembolisches Geschehen aus arteriosklerotischen Plaques der Arteria carotis externa über Gesichtskollateralen praktische Relevanz besitzt sowie den mit dem hochauflösendem Duplex-Scan nachgewiesenen pathologischen Befunden der homolateralen Arteria carotis

interna durch andere Untersucher, halten wir den komplementären Einsatz des Duplex-Scans immer für indiziert, wenn sich mittels c-w-Doppler Sonographie eine obstruktive Läsion der homolateralen Carotis interna bei diesen Fragestellungen nicht verifizieren läßt.

Auch im Falle eines Papillenödems sollte am klinischen Befund gegen einen Normalbefund im c-w-Doppler festgehalten werden und eine Untersuchung mit dem Duplex-System veranlaßt werden.

Ergibt die Doppler-sonographische Untersuchung bei der ophthalmologischen Fragestellung einen Verschuß der zum betroffenen Auge ipsilateralen ACI, so sollte verstärkt nach pathologischen Befunden im Verlauf der gleichseitigen oder gegenseitigen ACE und ACI gefahndet werden, da, wie wir zeigen konnten, eine embolische Streuung aus diesen Gefäßen über die Gesichtskollateralen oder den circulus arteriosus Willisii nicht ausgeschlossen werden kann.

G: Zusammenfassung:

Die c-w-Doppler-Sonographie der extrakraniellen Hirnarterien hat in den letzten Jahren eine Ausweitung der Indikationsstellungen erfahren.

In einer retrospektiven Studie wurden die Fälle von 2000 Patienten ausgewertet, die in den Jahren 1984, 1985 und während des ersten Vierteljahres 1986 unter 86 verschiedenen Fragestellungen zur c-w-Doppler-Sonographie der extrakraniellen Hirnarterien überwiesen worden waren. Die Zahl der gültigen Fälle betrug n=1995 Patienten. In 720 Fällen (36,1%) konnte ein pathologischer Beschallungsbefund festgestellt werden. Der prozentuale Anteil pathologischer Befunde bei den Frauen und Männern war annähernd gleich.

82,9% der Fälle mit pathologischem Beschallungsbefund entfielen auf die Altersklasse der 55 - 99-jährigen Patienten. 45 Indikationsstellungen, die allein 95% aller Fragestellungen ausmachten, wurden einer näheren Auswertung unterzogen und die Ergebnisse im Hinblick auf die Literatur diskutiert. Als ein Kriterium erster Ordnung muß bei der Indikationsstellung das Alter angesehen werden. Hohe Trefferquoten pathologischer Befunde ergaben sich für die Indikationsstellungen, die auf einfachen klinischen Routineuntersuchungen basieren, wie cervical- oder supraclaviculär auskultierbare Strömungsgeräusche und Blutdruckdifferenzen der Arteria brachialis, wobei sich in Fällen linksseitiger Geräusche höhere Trefferquoten finden ließen; ferner war die frische TIA und der frische Insult eng mit pathologischen Befunden im Doppler korreliert und die Screening-Untersuchung bei Diabetes mellitus, bekannter Hypertonie, familiärer Hypercholesterinämie, Hyperlipidämie oder AVK. Keine Aufschlüsse an den zum klinischen Bild korrespondierenden Gefäßen ließen sich bei den otologischen Fragestellungen Morbus Menière, Hörsturz oder Tinnitus gewinnen. Cephalgien stellen ebenfalls keine Indikation zur Doppler-Sonographie dar. Sinnvoll ist die c-w-Doppler-Sonographie bei der

Riesenzellarteriitis und bei den ophthalmologischen Fragestellungen wie Amaurosis fugax, Zentralarterienverschluß, Visusverlust und Papillenödem, vor allem wenn das linke Auge betroffen ist, während die Zentralvenenthrombose höhere Trefferquoten bei rechtsoculärem Befall ergibt. Angesichts neuerer Untersuchungen sollte an diesen klinischen Befunden selbst gegen einen negativen Befund im c-w-Doppler festgehalten werden und dann immer eine Untersuchung mit dem Duplex-Scan veranlaßt werden. Im Falle etablierter Fragestellungen wie Vertigo, Synkope oder Verdacht auf vertebro-basilläre Insuffizienz sollte zunächst eine differentialdiagnostische Abklärung erfolgen, weiterhin das Alter des Patienten berücksichtigt werden und nach weiteren Symptomen gefahndet werden, bevor die gezielte Indikation zum c-w-Doppler gestellt wird.

H: Literaturangaben

1. Barnes, R.W., M.L. Nix, J.P. Wingo, B.T. Nichols: Recurrent versus residual carotid stenosis. Ann. surg. 203 (1986) 652-658.
2. Beutler, J., U.v. Wrangell: Doppler-Sonographie und Digitale Subtraktionsangiographie der Halsarterien im Vorfeld der Angiographie. Akt. Neurol. 12 (1984) 94-97.
3. Biedert, S., R. Winter, T. Staudacher, H. Betz, R. Reuther: Doppler sonography in basilar artery occlusion. Neuroradiology 27 (1985) 430-433.
4. Biedert, S., R. Winter, H. Betz, R. Reuther: The detection of intracranial carotid artery disease by continuous-wave Doppler sonography. Neuroradiology 28 (1986) 296-303.
5. Büdinger, H.J., G.M. von Reutern, H.J. Freund: Doppler-Sonographie der extrakraniellen Hirnarterien, Thieme, Stuttgart, 1982.
6. Caplan, L.R., P.B. Gorelick, D.B., Hier: Race, sex and cerebrovascular disease: A Review. Stroke 17, 4 (1986) 648-655.
7. Carter, St. In: Zwiebel, W.J.: Introduction to vascular ultrasonography, second edition, Grune & Stratton, 1986.
8. Chambers, B.R., J.W. Norris: Clinical significance of asymptomatic neck bruits. Neurology 35 (1985) 742-745.

9. Check, W.A.: Ultrasound shows carotid stenosis in just half of cervical bruit cases. JAMA 252 (1984) 593-594
10. Crew, J.R., M. Dean, J.M. Johnson, D. Knighton, T.T. Bashour, D. Ellertson, E.S. Hanna: Carotid surgery without angiography. American J. surg. 148 (1984) 217-220.
11. Daiss, W., H.L. Diener, A. Thron, M. Rosenberg: Diagnostik extrakranieller Stenosen und Verschlüsse. DMW 109 (1984) 1595-1599.
12. Diener, H.L., J. Dichgans, K. Voigt: Functional anatomy of extracranial arteries in occlusive vascular diseases by direct continuous wave Doppler sonography. Cardio-vasc. Intervent. Radiol. 4 (1981) 193
13. Doppler, Ch.: Über das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels. Abh. Kgl. böhm. Ges. Wiss., Prag, 1842, 465.
14. Felber, St., F. Aichner, H. Homma: Wertigkeit der von technischen Assistenten ausgeführten Doppler- und duplexsonographischen Untersuchungen des extrakraniellen Karotissystems. Ultraschall 6 (1985) 282-285.
15. Ferbert, A., Zeumer, H., Ringelstein, E.B.: Probleme zerebrovaskulärer Prozesse. Akt. Neurol. 12 (1985) 153-157.

16. Fields, W.S., R.R. North, W.K. Haas, G. Galbraigh, E.J. Wylie, G. Ratinov, M.H. Burns, M.C. MacDonald, J.S. Meyers: Joint study of extracranial arterial occlusion as a cause of stroke. I. Organization of study and survey of patient population, JAMA 203 (1968) 153.
17. Fischer, G.G., D.L. Anderson, R. Farber, St. Lebow: Prediction of Carotid Disease by Ultrasound and Digital Subtraction Angiography. Arch. Neurol. 42 (1985) 224-227.
18. Fischer, M., K. Alexander, H. Vogelsang: Doppler-Frequenzspektrum-Analyse extrakranieller Carotis-Läsionen. Dtsch. med. Wschr. 109 (1984) 947-950.
19. Fischer, M., K. Alexander: Die Doppler-Sonographie der extrakraniellen Arteria carotis mit und ohne Doppler-Frequenz-Spektrum-Analyse. Akt.Neurol. 12 (1985) 90-93.
20. Fischer, M., H. Wiehler, H. Vogelsang, K. Alexander: Zum Stellenwert direkter und indirekter Methoden der nicht-invasiven Diagnostik von Carotisobstruktionen. In: F. Mahler, B. Nachbuhr (Hrsg.): Zerebrale Ischämie, Huber, Bonn-Stuttgart-Wien, 1984.
21. Flanigan, P.D., J.P. Tullis, V.L. Streeter, W.M. Whitehouse, W.J. Frey, J.C. Stanley: Multiple subcritical arterial stenoses: effect on poststenotic pressure and flow. Ann. Surg. 186 (1977) 663-668.

22. Friedrich, J.M., J.P. Arlart, W. Funk, J. Merk, H.Hamann:
Arteriosklerotische Erkrankungen der Carotiden: Korre-
lation zwischen peripherer transvenöser DSA, Sonographie
und Operationsbefund: VASA 161 (1987) 16-24.
23. Fritz, U.V., C.L.Voll, L.J. Leven: Internal carotid
artery occlusion: Clinical and therapeutic implications:
Stroke 16 (1985) 940-44.
24. Gaul, J.L., J. Merks, J. Weinberger: Visual disturbance
and Artery disease. Stroke 17 (1986) 393-98.
25. Gmelin, E., C.J. Borgis, D. Kummer, B. Tänzer, H.D.
Weiss: Vergleich von Doppler-Ultraschall, intravenöser
DSA und konventioneller Filmangiographie bei der Dia-
gnostik stenosierender Veränderungen im Bereich der
Karotidsgabel. Fortschr. Röntgenstr. 142 (1985) 52-56.
26. Guidotti, M., S. Landi, G. Scotti, G. Scarlato: Digital
subtraction angiography in patients with cerebral
ischaemic attacks and normal continuous wave doppler studies.
J.Neurol.Neurosurg.Psych. 48 (1985) 39-43.
27. Hager, H.: Die Diagnose der Karotisthrombose durch
den Augenarzt. Klin. Mbl. Augenheilk. 141 (1962) 801.
28. Hames, T.K., K.N. Humphries, V.M. Gazzard, T.V. Powell,
D.L. McLellan: The role of continuous wave Doppler imaging
in a vascular unit. Cardiovascular Research 19 (1985)
631-635.
29. Harward, T.R.S., E.F. Bernstein, A. Franck: Continuous-
wave versus range-gated pulsed doppler power frequency
spectrum analysis in the detection of carotid arterial
occlusive disease. Ann. surg. 204,1 (1986) 32-37.

30. Hass, W.K., W. S. Fields, R.R. North, J.J. Kricheff, N.E. Chase, R.B. Bauer: Joint study of extracranial arterial occlusion. II Arteriography, techniques, sites and complications. J. Amer. med. Ass. 203 (1968) 961.
31. Hennerici, M., A. Aulich, W. Sandmann, H.J. Freund: Incidence of asymptomatic extracranial arterial disease: Stroke 12,6 (1981) 750-758.
32. Hennerici, M., H.J. Freund: Efficacy of CW-Doppler and Duplex-System. Examinations for the Evaluation of Extracranial Carotid Disease. J. Clin. Ultrasound 12 (1984) 155-161.
33. Hennerici, M., W. Rautenberg, U. Trockel, R.G. Kladetzky: Entwicklung nichtstenosierender extrakranieller Karotis-Plaques. Eine prospektive Verlaufsuntersuchung mit dem Duplexsystem. Ultraschall 6 (1985) 68-73.
34. Hennerici, M., W. Rautenberg, R. Struck: Spontanverlauf asymptomatischer Gefäßprozesse der extrakraniellen Hirnarterien. Klin. Wochenschr. 62 (1984) 570-576.
35. Hennerici, M., W. Rautenberg, St. Mohr: Stroke risk from symptomless extracranial arterial disease. Lancet II (1982) 1180-1183.
36. Hennerici, M., J. Reifschneider, U. Trockel, A. Aulich: Detection of early atherosclerotic lesions by Duplex-scanning of the carotid artery. J. Clin. Ultrasound 12 (1984) 455-63.

37. Herring, M.B., M. Russ, L. Benge, A.L. Gardner: A comparison of Doppler flow measurements, ultrasonic and arteriographic imaging in the evaluation of stenoses of the carotid artery. *Surg.Gynecology Obstetrics*, 159 (1984)67-69.
38. Heyman A., B. Hurwitz, W. Wilkinson: Comparison of transient retinal and hemispheric ischemia (abstract). *Stroke* 15 (1984)
39. Heyman, A., W.E. Wilkinson, S. Heyden, M.J. Helms, A.G. Bartel, H.R. Korp, H.A. Tyroler, C.G. Hames: Risk of stroke in asymptomatic persons with cervical arterial bruits. *N. Engl. J. Med.* 302 (1980) 838-841.
40. Keagy, B.A., R.D. Edrington, M.A. Poole, G.Johnson: The validity of using cervical bruits to identify stenotic internal carotid bruits. *Vascular Disease Foundation meeting, San Diego, 1985.*
41. Koch, J., A.F. Langbehn: Ergebnisse einer routinemäßigen Doppler-Sonographie-Untersuchung an einer Klinik für Rehabilitation und Diagnostik kardiologischer neurologischer und angiologischer Erkrankungen. In: Otto, R., P.Schnaars: *Ultraschalldiagnostik* 85, Thieme, Stuttgart 1986.
42. Kollarits, C.R., M. Lubow, S.L. Hissong: Retinal strokes. *JAMA* 222,10 (1972) 1273-1275.
43. Kuhn, F.P., G. Krämer, R. Bauer, H.J. Klotter: 10-MHz-B-Scan-Sonographie der zervikalen Arteria carotis. *Fortschr. Röntgenstr.* 140,6 (1984) 677-683.

44. Lees, R.S.: The natural history of carotid artery disease. Stroke 15,4 (1984) 603-604.
45. Levien, L.J., C.L. Voll, P.Lithgow-Jolly, V.U. Fritz: The value of Noninvasive Investigation in the Diagnosis of total occlusion of the Internal Carotid Artery. Stroke 16 (1985) 945-949.
46. Lo, L.Y., St. Ford, W.M. McKinney, J.F. Toole: Asymptomatic bruit, carotid and vertebrobasilar transient ischemic attacks - A clinical and ultrasonic correlation. Stroke 17,1 (1986) 65-68.
47. Martin, N.A., M.N. Hadley, R.F. Spetzler, L.Ph.Carter: Management of asymptomatic carotid atherosclerosis. Neurosurgery 18,4 (1986) 505-513.
48. Möller, W.D., J. Tonagel: Die vertebro-basiliäre Insuffizienz in Korrelation zu arteriellen Gefäßveränderungen. Münch. med. Wschr. 125 (1983) 547-548.
49. Möller, W.D., K. Walschendorf: Comparative study of the flow blood velocities in the basilar and the carotical arteries. Acta neurochir. 62 (1982) 148.
50. Moore, W.S., C. Boren, J.M. Malone, J. Goldstone: Symptomatic carotid stenosis: Immediate and long-term results after prophylactic endarterectomy. Am. J. Surg. 113 (1978) 1352-1359.
51. Neufang, K.F.R., G. Friedmann, S. Horsch, T. Schmitz-Rixen, D. Terhaag: Rationelle präoperative Diagnostik der zerebro-vaskulären Insuffizienz - Doppler-Sonographie, transvenöse DSA, Arteriographie und arterielle DSA. VASA 14,4 (1985) 321-329.

52. Niklewski, G., H. Glasner: Real-time B-scan Befunde der Carotiden bei Patienten mit vasculären Erkrankungen des Auges: In: R. Otto und P. Schnaars: Ultraschalldiagnostik 85, Thieme, Stuttgart 1986.
53. Paulat, K., P. Pauschinger, M. Popp, M. Schiebe, B. Widder: A new sensitive method for the quantification of internal carotid stenoses by means of ultrasound Doppler signal processing. Cardiovascular Research 19 (1985) 714-720.
54. Ratliff, D.A., T.K.Hames, K.N. Humphries, A.D.B. Chant, J.H.H. Webster: Carotid disease in peripheral vascular disease and coronary artery disease. Vascular Disease Foundation meeting, San Diego, 1985.
55. Ratliff, D.A., T.K. Hames, K.N. Humphries, St. Birch, A.D.B. Chant: The reliability of Doppler ultrasound techniques in the assessment of carotid disease: Angiology 36,6 (1985) 330-340.
56. Ringelstein E.,B., H.L. Kolmann, H. Zeumer: Carotis-B-Scan: Konkurrenz oder Ergänzung der Ultraschall-Doppler-Sonographie? Dtsch. med. Wschr. 107 (1982) 928-933.
57. Ringelstein, E.B., H. Zeumer, H. Pohlen: Wertigkeit und Grenzen der CW-Doppler-Sonographie im vertebrobasilären Kreislauf. Jahrestagung dt. Ges. Angiol.1984
58. Ringelstein, E.B., N. Körber, H. Zeumer, W. Hunold: "Die Diagnose der Carotisthrombose durch den Augenarzt" (Hager 1962) - Aktualisierung dieses Auftrages durch die Doppler-Sonographie. Fortschr. Ophthalmol. 80 (1983) 66-69.

59. Ringelstein, E.B., N. Körber, H. Zeumer, W. Hunold:
Arterielle retinale Durchblutungsstörungen: eine dringende
Indikation zur Doppler-sonographischen Untersuchung der
Carotis-Strombahn. Klin. Mbl. Augenheilk. 182 (1983)
133-140.
60. Roederer, G.O., Y.E. Langlois, K.A. Jager, J.F. Primožich,
K.W. Beach, D.J. Phillips, D.E. Strandness: The natural
history of carotid arterial disease in asymptomatic pa-
tients with cervical bruits: Stroke 15,4 (1984) 605-613.
61. Trockel, U., M. Hennerici, A. Aulich, W. Sandmann:
The superiority of combined continuous wave Doppler exami-
nation over periorbital Doppler for the detection of
extracranial carotid disease. J. Neurol. Neurosurg. Psych.
47 (1984) 43-50.
62. Schmidt, R.F., G. Thews: Physiologie des Menschen,
22. Auflage, Springer, Berlin, 1985, S. 435.
63. Siegenthaler, W.: Differentialdiagnose innerer Krank-
heiten, Thieme, Stuttgart, 1984.
64. Vollmar, J.F., H. Hamann, J.M. Friedrich, I.P. Arlart:
Die zerebro-vaskuläre Insuffizienz: Was bringt die
frühzeitige Diagnostik für die chirurgische Therapie:
VASA 15,1 (1986) 20-26.
65. Wahlquist, M.L., J.R. Relf, K.A. Meyers, L.S. Lo:
Diabetes and macrovascular disease: risk factors for
atherogenesis and non-invasive investigation of
arterial disease. Hum. Nutr. Clin. Nutr. 38 (1984)
175-184.

66. Wegner, R.D., M. Meyerburg: Investigation into the possible genetic effects of diagnostic ultrasound.
In: Lerski, Morley, Ultrasound 82 Pergamon/Oxford
67. Widder, B.: Doppler-Sonographie der hirnversorgenden Arterien. Springer, Berlin 1985, S. 31.
68. Widder, B., K.J. Christ, H.H. Kornhuber: Verbesselter Nachweis extrakranieller Stenosen und Plaques durch Kombination von Echo-Arteriographie und Doppler-Sonographie. Arch. Psychiat.Nervenkr. 231 (1982) 391.
69. Widder, B., H. Hamann: Sonographische Beurteilbarkeit ulzerierender Wandveränderungen der Arteria carotis Angio 6,4 (1984) 157-163.
70. Widder, B., G.M. Reutern, D. Neuerburg-Heusler: Morphologische und Doppler-sonographische Kriterien zur Bestimmung von Stenosierungsgraden an der Arteria carotis interna. Ultraschall 7 (1986) 70-75.
71. Wolf, P.A., W. B. Kannel, P. Sorlie, P. McNamara: Asymptomatik carotid bruit and risk of stroke. The Framingham Study. JAMA 245 (1981) 1442-1445.
72. Zenker, J., P. Költringer, J. Bone, K. Niederkorn, K. Pfeiffer, G. Jürgens: Lipoprotein(a) as a strong indicator for cerebrovascular disease: Stroke 17,5 (1986) 942-945.
73. Zwiebel, W.J., C.W. Austin, J.F. Sackett, M. Strother: Correlation of high resolution B-mode and continuous wave Doppler-sonography with arteriography in the diagnosis of carotid stenosis. Radiology 149 (1983) 523-532.

74. Zwiebel, W.J., L.W. Austin, J.F. Sackett, M. Strother:
Comparison of ultrasound and IVDSA for carotid evaluation. Stroke 16 (1985) 633-643.

Ich danke Herrn Priv.Doiz. Dr. Spengel für die
Überlassung des Themas, Herrn Dr. W.G. Zoller
für die hilfreiche Unterstützung bei der Arbeit
und Herrn Dr. Schreiber für die Hilfe bei der
Erstellung des Auswertungsbogens und für die
Beratung in Fragen der statistischen Auswertung.

Lebenslauf

Am 31. Januar 1953 wurde ich als Sohn des Diplom-Ingenieurs Dr. W. Sander und seiner Frau Irmgard in Bamberg geboren.

Von 1959 - 1963 besuchte ich die Grundschule in Bamberg und wechselte dann in das Franz-Ludwig-Gymnasium in Bamberg über. 1972 legte ich dort meine Reifeprüfung ab und immatrikulierte mich im Oktober des gleichen Jahres an der Universität Würzburg im Fach Humanmedizin.

1975 bestand ich die Ärztliche Vorprüfung und 1976 den ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung in Würzburg. Im Sommersemester 1977 wechselte ich an die Technische Universität München über, wo ich 1979 den zweiten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung und am 18. April 1980 den dritten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung bestand.

Am 10.6.1980 erhielt ich die Ärztliche Approbation und promovierte im folgenden Monat zum Doktor der Medizin.

Von 1980 - 1985 studierte ich Zahnmedizin an der Universität München, wo ich am 24.5.1985 die zahnärztliche Prüfung bestand.

Am 26.6.1985 erhielt ich die zahnärztliche Approbation.

Seit August 1985 bin ich als Assistenzarzt am Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München tätig.

HERSTELLUNG

profi

druck GmbH

